GGAJ06－JHC

三相高压整流设备使用手册

大连嘉禾工业控制技术有限公司

安 全 指 南

本手册包括安装、调试、运行、维护时应遵守的注意事项，以保证人身安全，保护产品和所连接的设备免受损坏。这些注意事项都使用符号明显警示，并根据严重程度使用下述文字分别说明：

危险

表示若不采取预防措施，将造成死亡、严重的人身伤害或重大的财产损失。

警告

表示若不采取预防措施，将造成死亡、严重的人生伤害或财产损失。

小心

表示若不采取预防措施，将可能造成轻微的人身伤害或财产损失。

注意

本产品的重要信息或需要重点关注的事项。

操 作 人 员

只有合格人员才允许安装和操作本设备。合格人员规定为根据既定的安全惯例和标准批准进行安装、调试、运行、维护的专业技术人员或熟悉本产品的电除尘器专业技术人员。

正 确 应 用

危险

该设备及其组件只能用于产品目录或技术说明书中阐述的应用，并且只能与大连嘉禾工业控制技术有限公司认可或推荐的其它生产厂的本体配套使用。

本产品只有在正确的运输、贮存、组装和安装的情况下，按建议方式进行运行和维护，才能正确而安全地发挥其功能。

安 全 注 意 事 项

警告

非电除尘器相关工作人员禁止操作本设备

危险

设备送电前应确认除尘器本体内、高压隔离开关柜及变压器，以及相关系统的现场所有执行机构及供电回路上人员已撤离，确保所有人员已完全撤离后，方可送电。

1 概述

随着现代工业发展，环境污染日益严重，环境保护越来越受到社会各界的关注和重视，工业烟气污染是环境污染的主要来源，静电除尘(Electrostatic Precipitation, ESP)作为防止工业烟气污染的有效方式，通过为电除尘器本体提供高压，使得通过本体的烟气发生电离，荷电粉尘在电场力作用下向收尘极运动，再利用收尘装置进行粉尘收集，目前已广泛应用于电力、冶金、建材等行业。

电除尘器通常包括本体与控制设备两部分，本体是烟气通过的封闭室，为静电除尘提供了工作空间和场所，阴极线和阳极板是本体的重要组成部分，当为阴极线与阳极板之间提供高电压时，则在阴极线与阳极板之间形成电场，使得烟气电离，荷电粉尘则会向收尘极（即阳极板）运动；控制设备则为本体提供除尘所需的高压直流电源及相应控制；控制设备通常又包括高压控制与低压控制两部分，高压控制主要由高压整流设备完成，包括高压控制柜、高压整流变压器、高压隔离开关柜，主要负责为本体提供高压电源，低压控制设备主要包括抵压控制柜及相应执行机构，主要负责阴极振打、阳极振打、瓷轴加热、瓷套加热、卸灰等控制。

GGAJ06-JHC 型（简称 JHC 型）电除尘器高压整流设备是我公司在 WA 型、JHA 型及 JHB 型产品的基础上自主研发的新一代电除尘控制产品，作为与电除尘器本体配套使用的高压整流设备，在控制方式及实时性、网络通信、人机操作等方面都有极大的提高。

1.1 产品特点

GGAJ06-JHC 型电除尘器高压整流设备具有以下特点：

- 主控制器采用 32 位 ARM 内核 CPU，主频 44MHz，22ns 的指令速度，实时处理更及时；
- 采用 5.7 寸液晶显示，画面操作简便，显示内容丰富，友好的人机界面；
- 同时支持 CAN 总线、RS485 总线通信，用户多重选择；
- 具有软硬件自检功能，方便使用和检修；
- 具有降压振打功能，降低电除尘器能耗；
- 具有 2 路 4~20mA 模拟量输出，2 路变送信号可在一次电流/电压、二次电流/电压中选择；
- 具有 2 路 4~20mA 模拟量输入，可实现浊度控制，远程电流 / 电压 / 导通角控制；
- 控制器采用看门狗设计，确保任何情况下高压控制柜正常运行；
- 所有 I/O 接口、通信接口均具有过流、过压保护；
- 控制器内具有日历和实时时钟；
- 电路采用隔离电源设计，模拟信号、数字信号、通信、触发等各部分电源相互隔离，增强系统可靠性；
- 反馈信号经隔离后高速采样，火花判断准确，控制及时有效；
- 主回路、联锁、启/停信号、触发控制均具有软硬件冗余连锁，有效避免可控硅误动作；

- 同步信号检测采用多重抗干扰设计及相位补偿，且软硬件相结合，确保检测的准确性；
- 硬件过流检测与软件过流检测相互独立，确保过流后控制的可靠性；
- 变压器高阻抗设计，改善整流输出电压波形，减小火花击穿时的过流冲击，变压器更耐用；
- 软启动控制方案设计，减小设备冲击，减小设备故障率；
- 支持自动/手动模式升压，自动模式下，一次电流设定、二次电压设定、导通角设定、导通角最大限定四个值同时参与控制，具有电流极限控制特性，控制更稳定；
- 可显示二次电流、二次电压实时曲线，可采样伏案特性曲线，电场特性一目了然；
- 可查询历史故障信息，包括故障类型、故障时间，方便检修；
- 可查询历史运行数据，包括一次电流、一次电压、二次电流、二次电压，方便故障分析。

1.2 主要用途

GGAJ06-JHC 型电除尘器高压整流设备，主要为电除尘器本体配套，为本体提供高压直流电源，用于工业烟气的净化，是防止工业烟气污染的重要设备。

1.3 适用范围

GGAJ06-JHC 型电除尘器高压整流设备与电除尘器本体配套，适用于工业生产过程中的除尘、除雾、金属冶炼原料的回收、杂质分离等，适用于以下范围：

- 电力行业：锅炉的烟气除尘；
- 冶金行业：黑色、有色金属的冶炼除尘，回收金属冶炼原料；
- 建材行业：水泥、耐火材料生产中的除尘与原料回收；
- 化工行业：除雾、除尘及回收烟气中的可利用成分；
- 石化行业：分离原油中所含的盐分、水分或其他杂质；
- 纺织行业：纺织生产过程中碱的回收及除尘
- 造纸行业：造纸生产过程中碱的回收及除尘；
- 其它行业：净化空气。

危险

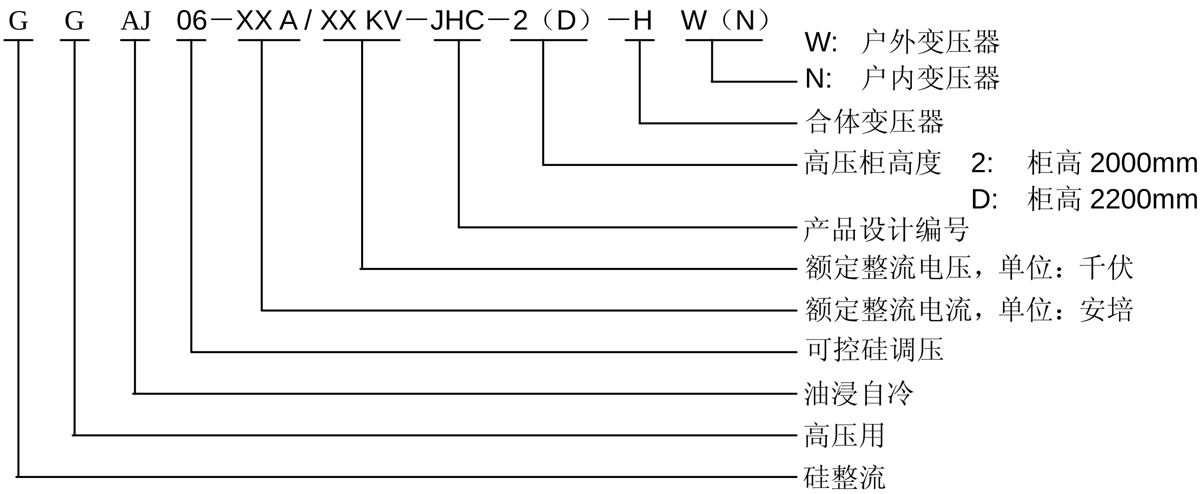
本产品禁止用于电除尘器以外的其他领域

1.4 产品型号

高压整流设备产品型号如下：

GGAJ06－XX A / XX KV－JHC－2（D）－HW（N）

型号组成及其代表的意义如下：



1.5 产品规格

GGAJ06-JHC 型高压整流设备产品规格依据高压整流变压器的额定整流输出电压（即额定二次电压）与额定整流输出电流（即额定二次电流）进行划分，表明了设备的容量，额定整流输出电压分为 60KV、66KV、72KV、80KV、90KV、100KV 共 6 个级别，每个级别的高压整流变压器一次侧接线均留有三组接线抽头，对应该级别的三种不同输出电压。额定整流输出电流从 0.1A~2.0A 共分为 20 个级别。举例说明如下：

若某产品型号为 GGAJ06－1.0 A / 72 KV－JHC－2－HW，则表明改产品对应的规格是：

- 额定整流输出电压为 72KV
- 额定整流输出电流为 1.0A

1.5.1 60KV 与 66KV 设备容量

GGAJ06-JHC 型高压整流设备 60KV 与 66KV 产品设备容量如表 1 所示

表 1　60KV 与 66KV 设备容量

设备容量（单位:A）	60KV			66KV		
	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）
0.1	9.6	6.3	3×16	10.5	6.9	3×16
0.2	19.2	12.6	3×16	21.1	13.9	3×16
0.3	28.8	19.0	3×16	31.6	20.9	3×16
0.4	38.4	25.3	3×16	42.2	27.8	3×16
0.5	48.0	31.6	3×16	52.8	34.8	3×25
0.6	57.6	38.0	3×25	63.3	41.8	3×25
0.7	67.2	44.3	3×25	73.9	48.7	3×35
0.8	76.8	50.6	3×35	84.4	55.7	3×35
0.9	86.4	57.0	3×50	95.0	62.7	3×50
1.0	96.0	63.3	3×50	105.6	69.7	3×50
1.1	105.6	69.7	3×50	116.1	76.6	3×70
1.2	115.2	76.0	3×70	126.7	83.6	3×70
1.3	124.8	82.3	3×70	137.2	90.6	3×95
1.4	134.4	88.7	3×70	147.8	97.5	3×95
1.5	144.0	95.0	3×95	158.4	104.5	3×95
1.6	153.6	101.3	3×95	168.9	111.5	3×95
1.7	163.2	107.7	3×95	179.5	118.4	3×120
1.8	172.8	114.0	3×120	190.0	125.4	3×120
1.9	182.4	120.3	3×120	200.6	132.4	3×150
2.0	192.0	126.7	3×120	211.2	139.3	3×150
	二次电压输出（KV）			二次电压输出（KV）		
一次侧接线	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3
二次侧输出	60	54	48	66	60	54

1.5.2 72KV 与 80KV 设备容量

GGAJ06-JHC 型高压整流设备 72KV 与 80KV 产品设备容量如表 2 所示。

表 2　72KV 与 80KV 设备容量

设备容量（单位:A）	72KV			80KV		
	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）
0.1	11.52	7.60	3×16	12.80	8.45	3×16
0.2	23.04	15.21	3×16	25.60	16.90	3×16
0.3	34.56	22.81	3×16	38.40	25.34	3×16
0.4	46.08	30.41	3×16	51.20	33.79	3×16
0.5	57.60	38.02	3×25	64.00	42.24	3×25
0.6	69.12	45.62	3×25	76.80	50.69	3×35
0.7	80.64	53.22	3×35	89.60	59.14	3×50
0.8	92.16	60.83	3×50	102.40	67.58	3×50
0.9	103.68	68.43	3×50	115.20	76.03	3×70
1.0	115.20	76.03	3×70	128.00	84.48	3×70
1.1	126.72	83.64	3×70	140.80	92.93	3×95
1.2	138.24	91.24	3×95	153.60	101.38	3×95
1.3	149.76	98.84	3×95	166.40	109.82	3×95
1.4	161.28	106.44	3×95	179.20	118.27	3×120
1.5	172.80	114.05	3×120	192.00	126.72	3×120
1.6	184.32	121.65	3×120	204.80	135.17	3×150
1.7	195.84	129.25	3×150	217.60	143.62	3×150
1.8	207.36	136.86	3×150	230.40	152.06	3×185
1.9	218.88	144.46	3×150	243.20	160.51	3×185
2.0	230.40	152.06	3×185	256.00	168.96	3×185
	二次电压输出（KV）			二次电压输出（KV）		
一次侧接线	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3
二次侧输出	72	64	56	80	72	64

1.5.3 90KV 与 100KV 设备容量

GGAJ06-JHC 型高压整流设备 90KV 与 100KV 产品设备容量如表 3 所示

表 3　90KV 与 100KV 设备容量

设备容量（单位:A）	90KV			100KV		
	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）	输入电流（A）	输入功率（KVA）	V V-1 电缆（mm^2）
0.1	14.4	9.5	3×16	16.0	10.5	3×16
0.2	28.8	19.0	3×16	32.0	21.1	3×16
0.3	43.2	28.5	3×16	48.0	31.6	3×16
0.4	57.6	38.0	3×25	64.0	42.2	3×25
0.5	72.0	47.5	3×35	80.0	52.8	3×35
0.6	86.4	57.0	3×50	96.0	63.3	3×50
0.7	100.8	66.5	3×50	112.0	73.9	3×70
0.8	115.2	76.0	3×70	128.0	84.4	3×70
0.9	129.6	85.5	3×70	144.0	95.0	3×95
1.0	144.0	95.0	3×95	160.0	105.6	3×95
1.1	158.4	104.5	3×95	176.0	116.1	3×95
1.2	172.8	114.0	3×95	192.0	126.7	3×120
1.3	187.2	123.5	3×120	208.0	137.2	3×120
1.4	201.6	133.0	3×150	224.0	147.8	3×150
1.5	216.0	142.5	3×150	240.0	158.4	3×185
1.6	230.4	152.0	3×150	256.0	168.9	3×185
1.7	244.8	161.5	3×185	272.0	179.5	3×（2×95）
1.8	259.2	171.0	3×（2×95）	288.00	190.08	3×（2×95）
1.9	273.6	180.5	3×（2×95）	304.0	200.6	3×（2×95）
2.0	288.0	190.0	3×（2×95）	320.0	211.2	3×（2×95）
	二次电压输出（KV）			二次电压输出（KV）		
一次侧接线	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3	A1-B1-C1	A2-B2-C2	A3-B3-C3
二次侧输出	90	80	72	100	90	80

1.6 工作环境

1） **空气环境：** 设备周围无导电、爆炸性尘埃，无腐蚀金属或破坏绝缘的气体或蒸汽。

2） **环境温度**

- 高压控制柜： -10℃ ～ +40℃
- 高压整流变压器：不高于+40℃,不低于变压器浸油所规定的凝点温度

3） **相对湿度：** ≤ 85%；

4） **海拔高度：** ≤ 2000 米

小心

特殊工作环境，请订货时与制造厂商联系

1.7 工作条件

1） **交流输入电压：** 三相 380V ± 10%

2） **交流供电频率：** 50Hz ± 2% 或 60Hz ± 2%

3） **抗振动性与倾斜度：** 无剧烈振动和冲击，垂直倾斜度不超过 5°

4） 高压控制柜、高压整流变压器、高压隔离开关柜均需要可靠接地，在任何气候条件下，接地电阻小于 2Ω。

小心

特殊工作条件，请与制造厂商联系

2 结构特征与工作原理

GGAJ06-JHC 型高压整流设备总体结构包括高压控制柜、高压整流变压器和高压隔离开关柜。

2.1 总体结构及工作原理

如图 1 所示除尘系统中的主要设备由主回路上的各个器件组成。

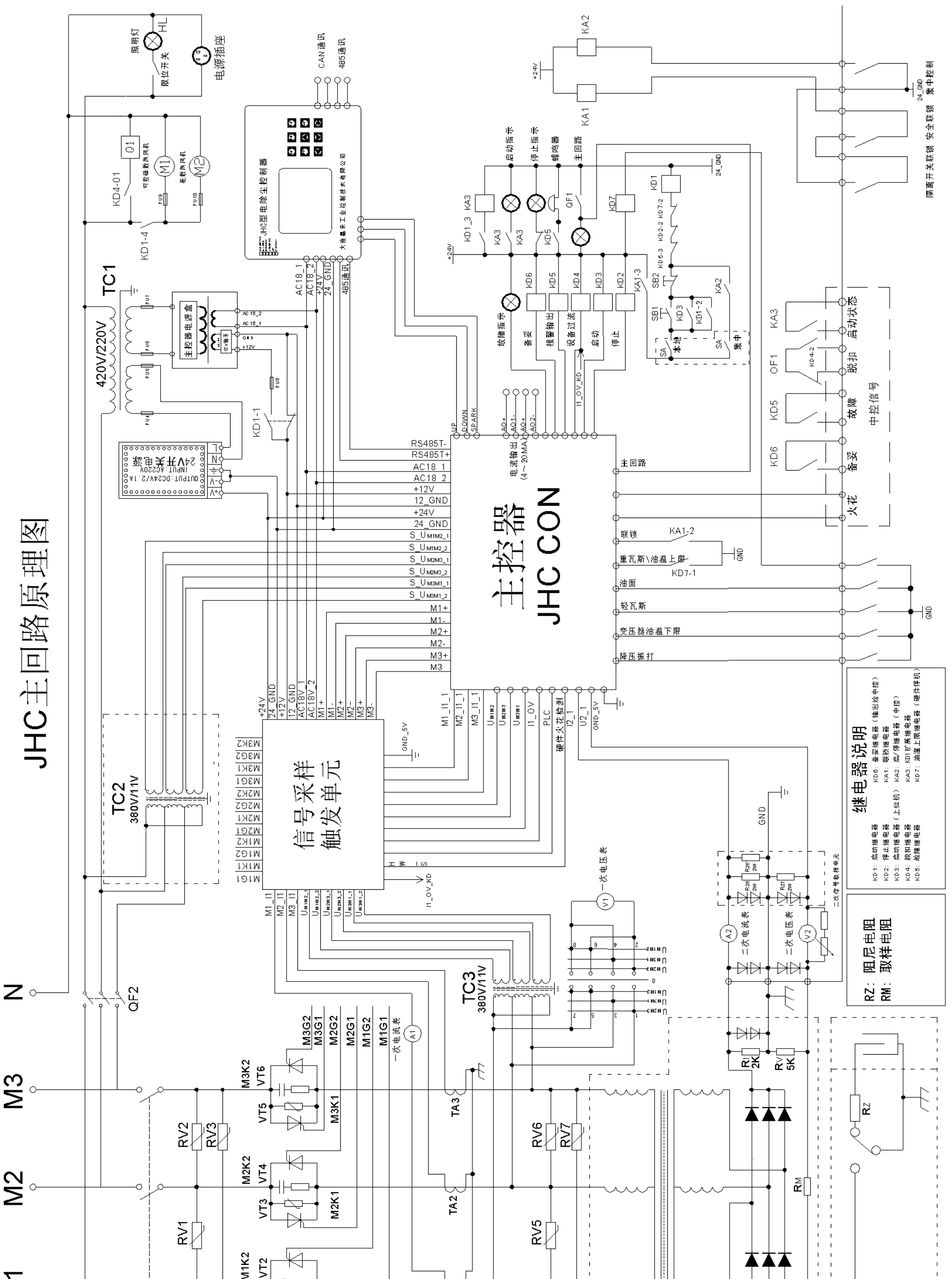


图 1 电除尘控制系统主回路控制原理图

高压控制柜输入 380V 交流经主空气开关 QF1 后，由三组反并联的可控硅 V1、V2、V3、V4、V5、V6 控制三相变压器的一次输入电压，经过高压整流变压器的升压、整流后，在二次侧输出负高压，然后将高压通过隔离开关柜与本体连接，使本体中的电场带电。高压控制柜的关键在于主控器对可控硅 6 个可控硅的触发控制，实现对高压整流变压器的输入电压的调节，间接的控制本体内的供电电压及电流。

2.2 柜体结构及工作原理

高压控制柜是除尘设备电源控制的核心，在高压柜中主控器（JHC CON）是高压控制柜的控制核心，负责整个设备的控制。高压控制柜分为主回路和控制回路两部分，其中主回路包括主回路空开、主回路控制单元及主回路铜排，高压柜的控制包括主控单元、二次信号取样、主控器、控制回路电源、中间继电器及相关的辅助电路共 6 个单元，如图 2 给出了 JHC 型高压控制柜的外形图及柜内结构图

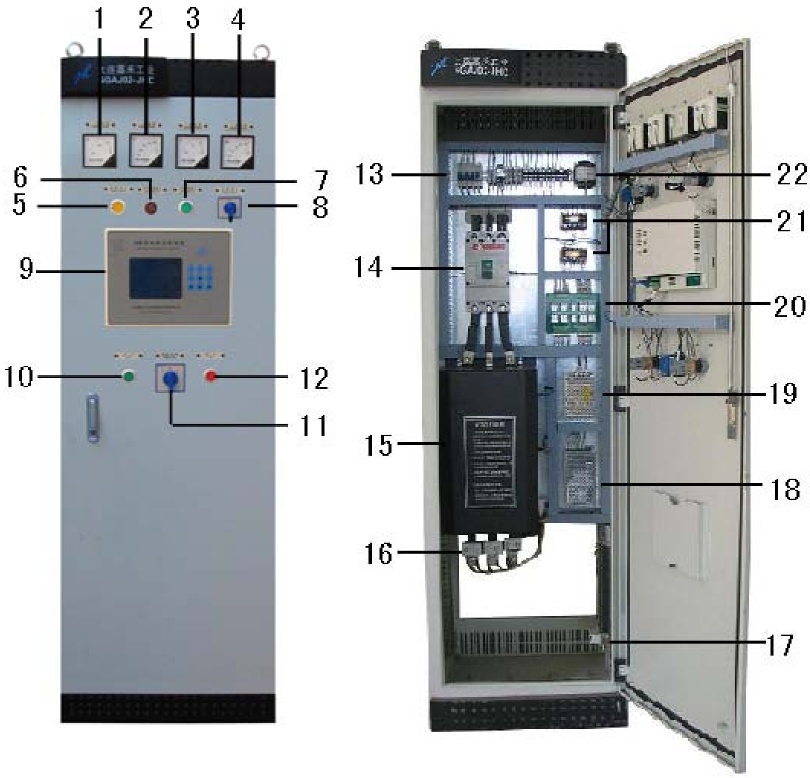


图 2 JHC 型高压控制柜外形

1.一次电流表	2.一次电压表	3.二次电流表	4.二次电压表	5.故障指示灯
6.声光报警器	7.主回路指示灯	8.电压转换开关	9.人机界面	10.启动按钮及指示灯
11.远程/本地转换开关	12.停止按钮及指示灯		13.控制回路空开	14.主回路空开
15.主控制单元	16.一次电流互感器		17.二次取样盒	18.控制回路电源盒
19.继电器电源（24V）	20.继电器组		21.取样变压器	22.供电变压器

2.2.1 主回路部分

主回路通过输入接线铜排，接入三相 380V 交流主供电电源，经空气开关 QF1 后，再由可控硅单元进行调压，输出电压通过输出接线铜排及电缆与高压整流变压器连接。

2.2.2 控制回路部分

（1） 信号调理及触发单元

信号调理及触发单元主要完成一次电流、一次电压信号取样，进行过流等硬件故障的检测，以及主控器触发信号的隔离后输出，用来有效的触发主回路中的 6 个可控硅，完成变压器的供电控制。

1） 信号处理单元

信号处理单元的功能主要用于将各种原始信号处理成主控器能接受的标准信号，用智能软件方式判断电场及控制柜的各种故障及运行状态。

2） 故障检测单元

故障检测单元的主要功能是为了在工作状态中相关信号在发生异常时发出故障报警信号，使主控器及相关回路达到故障停机及主空开脱扣信号。

3） 硬件火花检测单元

为了让控制柜运行的更稳定，引入了硬件的火花判断单元，当一次电流信号的变化达到火花的判断条件时，检测电路会发出火花控制信号，使触发单元及主控器的火花控制更快速，设备更稳定。

4） 可控硅触发驱动

触发单元的主要功能是转发主控器发出的触发信号，使主控器与强电（380V）部分完全隔离。

（2） 二次信号取样单元

二次信号取样单元主要完成二次电流、二次电压信号的取样，取样电阻R25 与R26 并联对二次电流信号进行转换，其信号引入主控器。取样电阻R27 通过与电阻R_M进行分压得二次电压取样信号，输出到主控器；二次信号取样单元的二极管起保护作用，以防止负高压串入到高压控制柜，避免发生危险，二次信号取样单元安装在高压柜内，二极管保护单元通常并联安装在现场高压整流变压器信号输出端。

（3） 控制回路电源

控制回路输入 380V 交流，经过空气开关 QF2，通过变压器 TC1 输出 2 组 220V 交流输出，分别对 24V 电源盒和控制电源盒供电。

控制电源盒输出两组电源，DC12V 电源主要用于触发信号板的触发隔离部分供电；AC18V 对高压柜中各个控制电路板供电。

24V 开关电源用于给继电器单元中的 KD1~KD6 及 KA3 继电器、主控器开关量 I/O 部分（故障输入、安全连锁输入、报警输出、启/停输出等）供电。

TC2 和 TC3 是三相变压器，主控制器通过 TC2 采集 ABC 三相电源的零点和相位信号，经过 CPU 的计算后控制变压器输入端的电压变化。TC3 反馈回来的是一次电压信号。液晶上三个线电压就是通过 TC3 转换后显示的。

（4） 主控器

主控器是整个高压控制柜的核心，主控器的主要任务有很多，其中主要的任务是对触发角的控制，在智能控制中，不可以单纯的控制导通角，由于电场内部变化很频繁，所以在每一时刻 CPU 都要知道电场的工作状态是什么样的，如果出现故障又没有及时的做出反应是十分危险的。

主控器的处理电路主要分为模拟部分、数字部分、触发部分、通信及模拟量输出部分，图 3 为主控器的整体结构图。

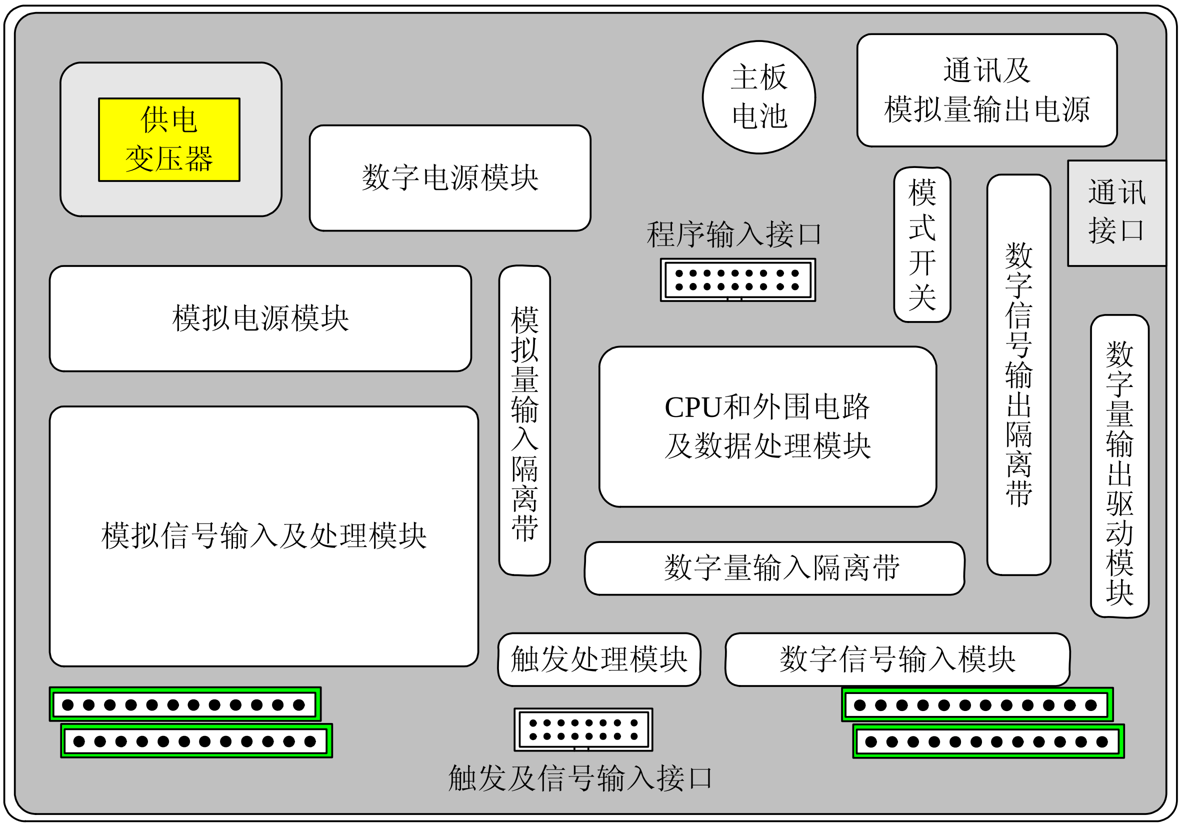


图 3 主控器结构图

1) 模拟信号输入及处理模块

一次电流、一次电压、二次电流、二次电压、浊度取样信号经过输入滤波放大及有效值滤波处理，进行 AD 转换，用于有效值计算及浊度控制。同时一次电流、二次电压取样信号经滤波放大及线性光耦隔离后输入控制用 CPU，利用 CPU 片内 AD 进行高速转换，以获得完整的一次电流、二次电压波形，用于火花的精确判断。此外，模拟部分还产生同步信号与相位信号，通过光耦隔离后传送给 CPU，用于导通角定时和触发控制。

2) 数字信号输入模块

主控器数字信号部分采用 32 位 ARM CPU，型号为 LPC2132，主频均工作在 44MHz，22ns 的指令速度，其中 LPC2132 专门用于电场供电电压控制。

LPC2132 通过对一次电流、二次电压信号的完整采样，进行火花的精确判断，并依据同步信号，进行火花跟踪控制，可工作在设定的火花频率；支持自动和手动模式，自动模式下，一次电流设定、二次电压设定、导通角设定、导通角最大限定同时参与控制，具有电流极限控制特性；能够对变压器故障、电场故障、设备故障等进行实时检测与保护，确保设备的安全可靠运行，如电场开路、电场短路、偏励磁、油温上限、油温下限、重瓦斯、轻瓦斯、油面等；具有安全联锁功能，确保人员操作安全；设备故障时，软件将自动记录故障发生时刻。

3) 触发处理模块

主控器触发部分采用隔离电源，LPC2132 发出的触发脉冲经光耦隔离后，由驱动芯片输出给信号调理及触发单元，用于触发可控硅，触发输出部分均具有过流过压保护。

4) 通信及模拟量输出模块

通信部分主要任务是与液晶部分交换数据，数据交换包括主控器传递的数据及液晶发出的控制命令。模拟量输出是指高压控制柜输出到中控设备的 4～20mA 电流信号。

5) 数字量输出及输入模块

该部分主要包括变压器故障报警输入、启动/停止输入等开关量输入信号，以及报警输出、控制输出等开关量输出信号。开关量输入均具有硬件滤波，可有效防止信号抖动，控制输出及报警输出均具有过流过压保护。

6) 主控器运行模式开关定义

如图 4 所示主控器的模式控制开关为八位的拨码开关，其定义为：

S1 OFF：禁止开路运行； ON：允许开路运行

S2 OFF：禁止短路运行； ON：允许短路运行

S3 OFF：50HZ 交流工作； ON：60HZ 交流工作

S4 S5 S6

OFF OFF OFF（000）：临界火花（三折线控制）

OFF OFF ON （001）：间歇供电方式

OFF ON OFF（010）：火花跟踪（二折线控制）

OFF ON ON （011）：浊度反馈

ON OFF OFF（100）：远程控制（U2/I2/RC）

ON OFF ON （101）：阶段控制（适用于转炉煤气除尘）

ON ON OFF（110）：保留

ON ON ON （111）：保留

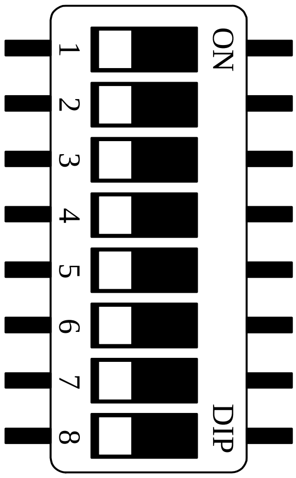


图 14 主控器运行模式开关

（5） 液晶显示模块

为方便用户操作，液晶模块具有友好的人机交互界面，还可以与上位机、PLC 等通讯，支持 CAN 总线通信和 RS485 总线通信，CAN 总线通信速率最高支持 500Kbps，RS485 总线通信速率最高支持 115.2Kbps，通信协议支持标准 Modbus ASCII/RTU 协议。

液晶控制模块采用 5.7 寸液晶，通过与主控器进行数据交换，获得运行数据，进行实时显示，支持历史故障查询和历史数据存储，最多可存储 32K 的一次电流/电压、二次电流/电压数据，可查看二次电流、二次电压实时曲线，可实时采样伏安特性并显示，还可以查看历史数据曲线。

（6） 继电器单元

继电器板集成了高压控制柜所需要的多个继电器，包括备妥、报警输出、设备过流、启动、停止等，简化了高压控制柜内的配线，有效的减少了控制柜的故障率。

（7） 辅助电路

该部分主要包括高压控制柜散热风扇 M1 和 M2、脱扣线圈、照明电路、220V 插座等辅助装置和线路，其中照明电路和 220V 检修插座的电源由低压控制柜的 220V 供电。

3 技术特性

为了方便广大的用户，我公司对 JHC 型高压控制柜做出了改进，针对各种工作环境做出了对应的几种控制方式。

3.1 控制方式

根据现场工况不同控制方式分为多种，主要有临界火花、火花跟踪、浊度反馈、转炉煤气、降压振打、故障运行控制方式。

3.1.1 临界火花

分为两种控制方式：传统火花跟踪方式、我公司自主产权临界火花方式，可调节。当电场发生火花击穿时，为避免燃弧，应及时关断可控硅，并在几个周波内迅速恢复到原击穿电压的 90%，然后以较低的速率缓慢趋近原击穿电压，此特性为二折线式火花跟踪特性，倘若在火化发生，闭锁可控硅后，在几个周波内恢复到原击穿电压的 85%后，在缓慢恢复到原击穿电压的 95%，经过一段很长时间再恢复跟踪原击穿点，如果没发生火花继续升压，发生火花继续压制，此特性我们成为三折线，即临界火花状态，这种控制方式趋近于介质恢复曲线，并保证了最大的输出功率。

3.1.2 火花跟踪

主控器以某一设定的火花率进行跟踪控制。

3.1.3 降压振打

将电除尘器高压控制与低压控制相结合，当低压部分进行振打控制时，向主控器发送降压请求信号，当主控器检测到该信号有效时，则自动减小输出电压到降压设定值，当振打控制结束后，主控器则恢复到振打前的控制电压。

3.1.4 浊度控制

为使烟气排放浓度既能达到环保部门所规定的粉尘浓度排放标准，又能尽量降低设备的功耗，以达到节能减排目的，主控器可与粉尘浓度监测仪进行配套，实现对粉尘浓度的闭环控制。

3.1.5 阶段控制

此种方式用于转炉除尘，能最大限度的避免火花，防止爆炸，并能够跟随生产工艺进行分阶段控制。

3.1.6 故障运行

设备调试时，通过设置主控器内的拨码开关，可使设备在短时间内带故障运行，包括开路运行、

短路运行。开路运行时，设备检测出开路故障后，只报警，不停机；短路运行时，设备检测出短路故障后，只报警，不停机；设备允许同时开路运行和短路运行，但在任何情况下，设备均进行过流检测，一旦设备过流，将立即报警、停机，并且驱动脱扣线圈，使得主回路空开 QF1 断开。

通过液晶画面设置，设备还可以运行在一次电流额定值的 110%和 115%两种情况下。

3.2 设备自检功能

设备具有软件和硬件自检特性，在设备上电及运行过程中，CPU 对主控器 A/D 转换、电流电压信号取样、变压器故障、主回路接通、安全连锁共 5 个部分进行硬件自检，还对 Flash ROM 中存储的设定参数进行自检，只有软件及硬件自检通过，设备才能启动或继续运行，其自检结果可在显示器中查看。

3.3 设备软启动特性

在设备上电升压、降压振打恢复升压及其他正常升压过程中，导通角逐渐增大，使得电压逐渐上升，避免了快速升压对设备造成的冲击。电压由零增大到额定，即导通角由 0 度增大到最大 120 度所需时间为 10 秒左右，其最小导通角为 15 度，使可控硅有效可靠的工作。

3.4 电流极限控制特性

负载短路、电场火花击穿使得二次电流、一次电流急剧上升，为了使其不超过额定值，采取了电流极限控制，以保证在任何工况条件下，使二次电流工作在限定值以下运行，确保设备安全稳定运行。

3.5 变压器高阻抗特性

为避免负载短路、火花击穿造成对设备的过流冲击，并改善整流输出电压波形、提高电晕功率，高压整流变压器采用高阻抗设计，变压器自身阻抗设计为主回路总阻抗值的 35%~40%，变压器高压硅堆采用雪崩高压硅堆，抗冲击能力强，反向击穿后能自动恢复。

3.6 液晶显示

JHC 型高压控制柜采用的是 5.7 寸液晶汉字显示，320×240 点阵，液晶控制器内建 512KByte 的 ROM 字形码，可以显示中文字型、数字符号、英日欧文等字母，并且内建双图层（Two Page）的显示内存。在文字模式中，可接收标准中文文字内码直接显示中文，而不需要进入绘图模式以绘图方式描绘中文，可大大节省微处理器时间，提高液晶汉字显示效率。

液晶画面操作简单，显示内容丰富，具有实时数据显示、伏安特性采样、历时数据查看、历史故障查询、自检结果查询、运行参数设置、系统参数设置、实时数据校准、产品使用指南、公司联系方式共 8 大类显示，实时数据画面可实时显示一次电流、一次电压、二次电流、二次电压、导通

角测量、火花率测量、导通角设定、火花率设定、运行状态、控制方式、日历时钟等内容，并可实现二次电流、二次电压实时运行曲线。

3.7 历史信息查询

主控器可查看历史故障信息，包括历史故障类型及发生时刻，同时还可存储 32K 的历史数据，其中每 30 分钟记录一次，可连续记录 85 天数据，包括一次电流、一次电压、二次电流、二次电压数据，数据满后最新存储数据将覆盖最先存储的数据，并可查看历史数据曲线。

3.8 网络通信功能

设备同时支持 CAN 总线和 RS485 总线通信，CAN 总线通信速率最高支持 500Kbps，RS485 总线通信速率最高支持 115.2Kbps，通信协议支持标准 Modbus ASCII/RTU 协议，数据位数、奇偶校验、停止位等通信格式可设置。

3.9 模拟量输出

主控器具有 2 路隔离模拟量输出，可输出 4~20mA 信号，变送内容可在一次电流、一次电压、二次电流、二次电压信号中进行任选其二，当与中控室进行联络时，节省了独立的变送器。

3.10 可靠性设计

GGAJ06-JHC 型高压整流设备采用了多项措施以提高设备可靠性。

- 高压整流变压器、高压控制柜均要求与大地可靠连接，接地电阻要求小于 2Ω，并与本体接地相连；
- 高压整流变压器二次信号取样输出具有二极管保护，防止高电压串入高压控制柜，二次取样信号取样单元再次进行二极管保护，二次信号取样线要求采用屏蔽信号线进行传输；
- 主控器采用看门狗设计，确保设备运行稳定运行；
- 主控器所有 I/O 接口、通信接口均具有过流、过压保护；
- 主控器采用隔离电源设计，模拟、数字、通信、触发等各部分电源相互独立；
- 主回路接通、安全连锁、启/停、触发电源等信号的软硬件连锁，确保可控硅不会误触发；
- 同步信号检测采用多重抗干扰设计及相位补偿，且软硬件相结合，确保检测的准确性；
- 硬件过流检测与软件过流检测相互独立，确保过流检测可靠，设备过流时，自动将主回路空气开关 QF1 断开，防止电流过高出现大的损失。

3.11 主要参数

1) 交流输入电压：　三相 380V ± 10%；
2) 交流供电频率：　50Hz ± 2% 或　60Hz ± 2%；

3) 输出电压调节： 0~100%

4) 输出电流调节： 0~100%

5) 导通角范围： 0~120 度

6) 火花率设定： 可在 10 次/分钟 ~ 120 次/分钟火花率范围内选择

7) 通信接口： CAN 总线接口和 RS485 接口；

8) 通信速率

- CAN 总线通信：最高速率支持 500Kbps
- RS485 通信：支持 1200 bps、2400 bps、4800 bps、9600 bps、19200 bps、38400bps、57600 bps、115200 bps

9) 工作方式： 允许在额定电流下连续运行；

10) 冷却方式： 控制柜为空气自然冷却，高压整流变压器为油浸自冷方式；

11) 防护等级： 控制柜为 IP52，整流变压器为 IP54；

12) 变压器参数

- 输入电压： 三相 0 ~ 380V
- 输出电压： 额定输出直流电压（单位:KV）一般为 60、66、72、80、90、100；
- 输出电流： 额定输出电流（单位：A）一般为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、1.0、1.2、1.4、1.6、1.8、2.0
- 阻抗电压： 30%~40%
- 变压器油： 25#油，耐压值大于 40KV/2.5mm；
- 取样电阻： 二次电压取样为 5.00KΩ，二次电流取样为 2.00KΩ；
- 负高压对地： 正向为 0Ω，反向为 52/65/78 MΩ；
- 绝缘电阻：
  - 一次侧对壳体： ≥ 100MΩ
  - 二次侧对壳体： ≥ 100MΩ
  - 一次侧对二次侧：≥ 100MΩ

13) 高压柜柜体结构：采用冷弯型钢结构，表面为静电喷塑，上端母排进线采用 GGD 标准；

14) 国家专用标准：本产品执行“JB/T 9588-1999 高压静电除尘用整流设备”国家专用标准；

4 尺寸及重量

4.1 高压控制柜

高压控制柜根据控制柜高度可分为 GGAJ06-JHC-2 型和 GGAJ06-JHC-D 型：

4.1.1 GGAJ06-JHC-2 型

- 外形尺寸：600mm × 600mm × 2000mm，如图 5 所示；

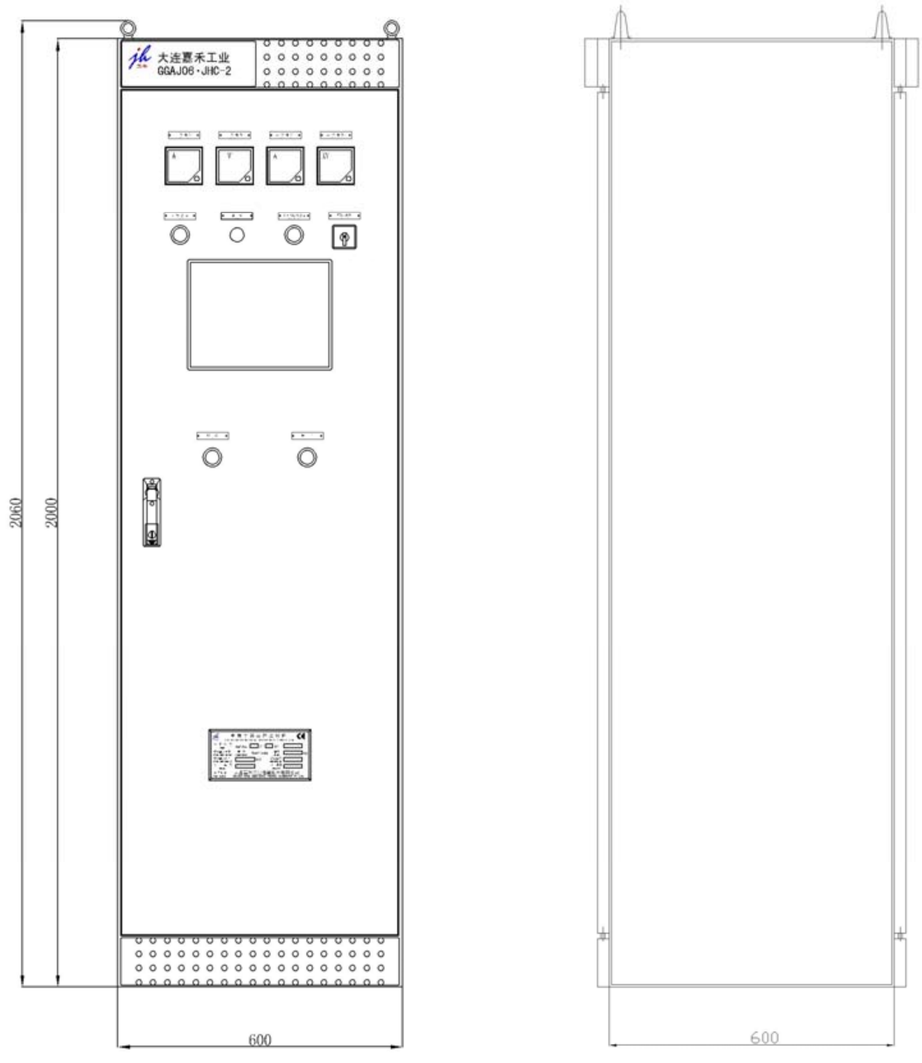


图 5　GGAJ06-JHC-2 型高压控制柜外形尺寸图

- 重　　量：200Kg
- 适用于线缆进线

4.1.2 GGAJ06-JHC-D 型

- 外形尺寸：600mm × 600mm × 2200mm，如图 6 所示；

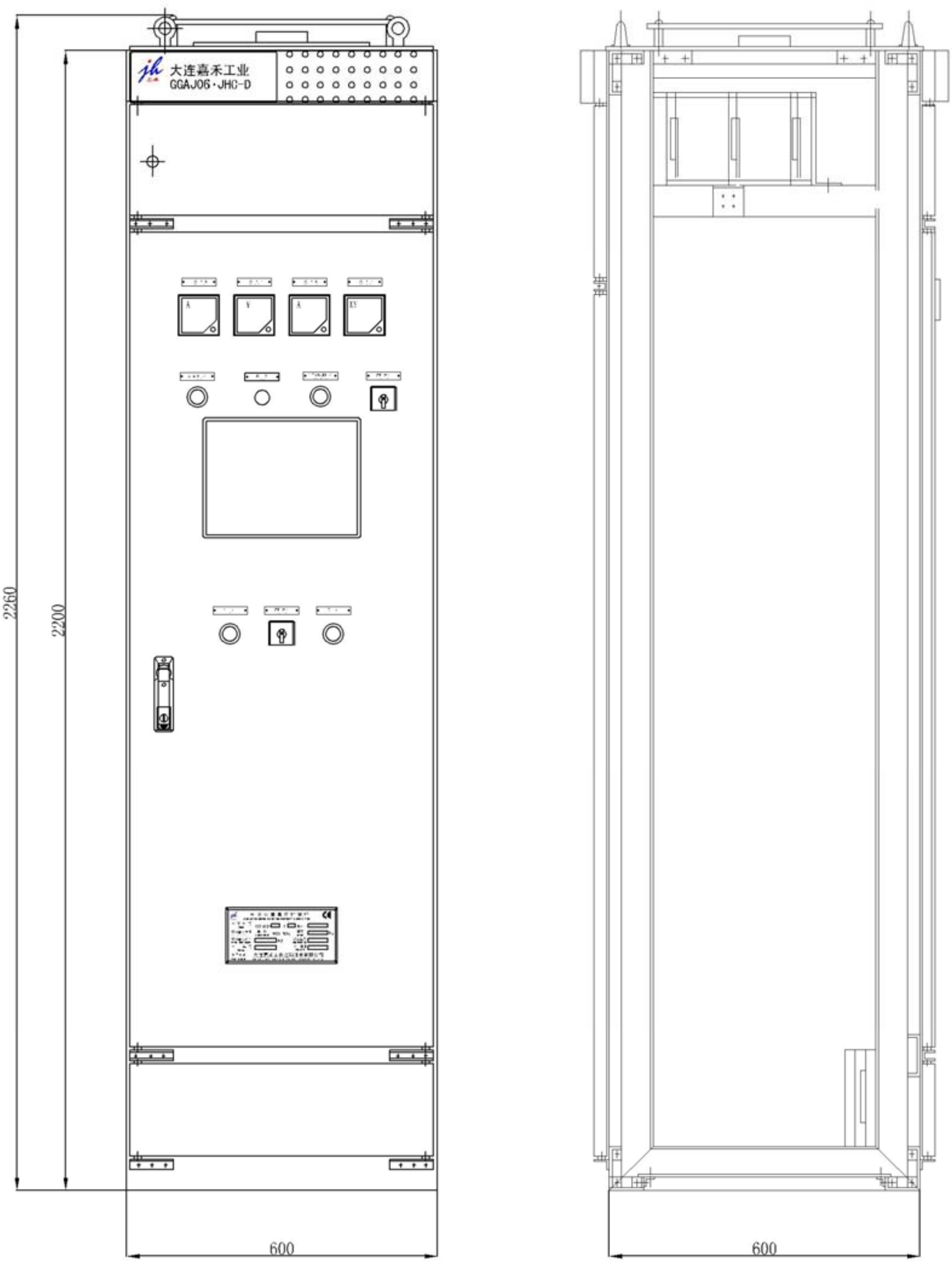


图 6　GGAJ06-JHC-D 型高压控制柜外形尺寸图

- 重　　量：200Kg
- 适用于母排进线

4.2 高压整流变压器

高压整流变压器根据安装位置可分为户外型和户内型两种。

高压整流变压器根据容量不同，其尺寸及重量也不相同，具体尺寸请与供货商联系。

4.3 高压隔离开关柜

高压隔离开关柜用于将高压整流变压器的高电压输出连接到本体的放电极，其外形尺寸如图 7 所示。

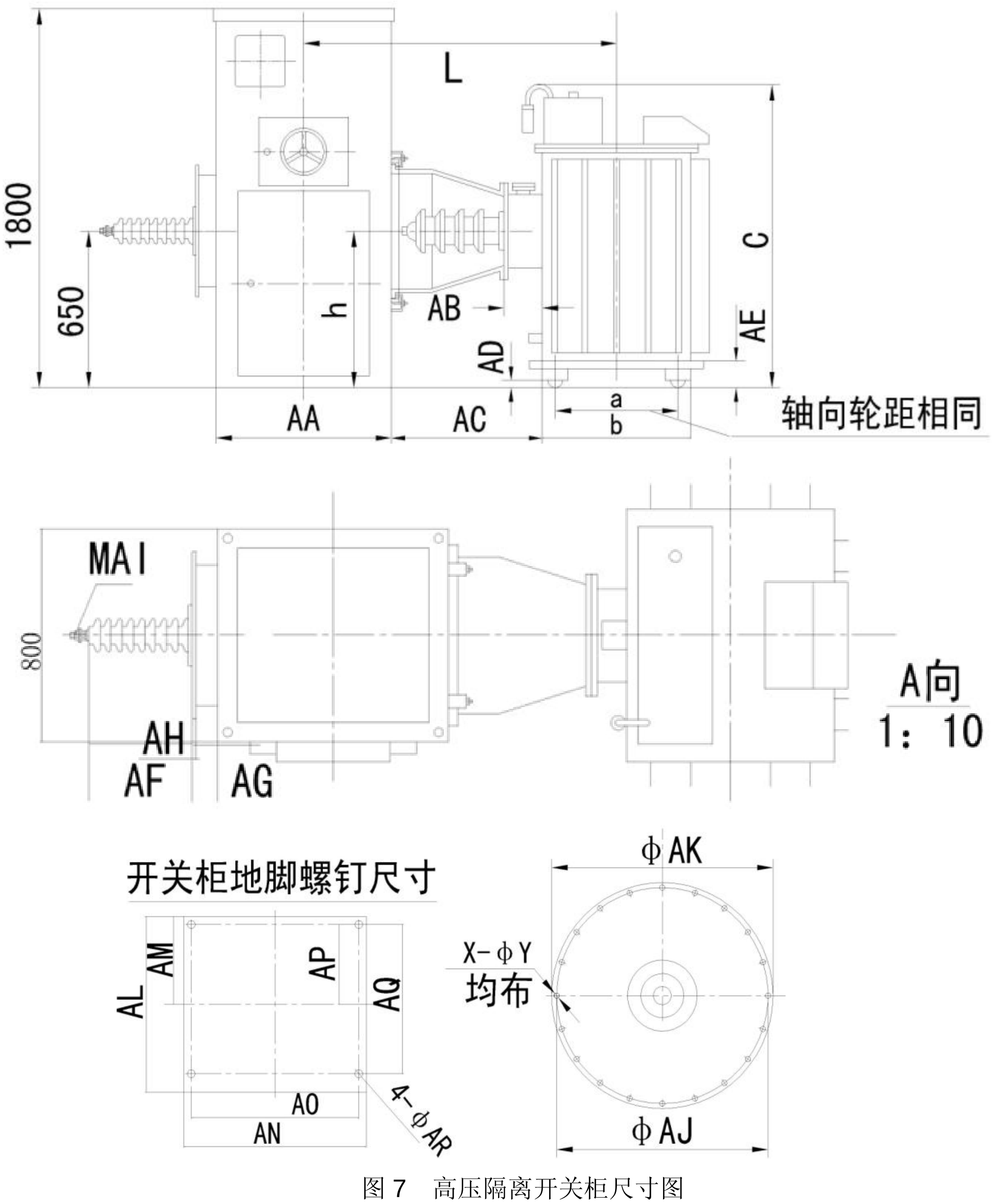


图 7　高压隔离开关柜尺寸图

高压隔离开关柜的进口方向和出口方向通常分为以下 5 种，订货时请一定指明。

- 侧进侧出：　左进右出、右进左出
- 侧进下出：　左进下出、右进下出
- 侧进后出：　左进后出、右进后出
- 后进侧出：　后进左出、后进右出
- 后进下出

4.4 高压整流变压器与高压隔离开关柜连接

高压整流变压器与高压隔离开关柜连接如图 8 所示，若需了解具体尺寸请与我公司联系。

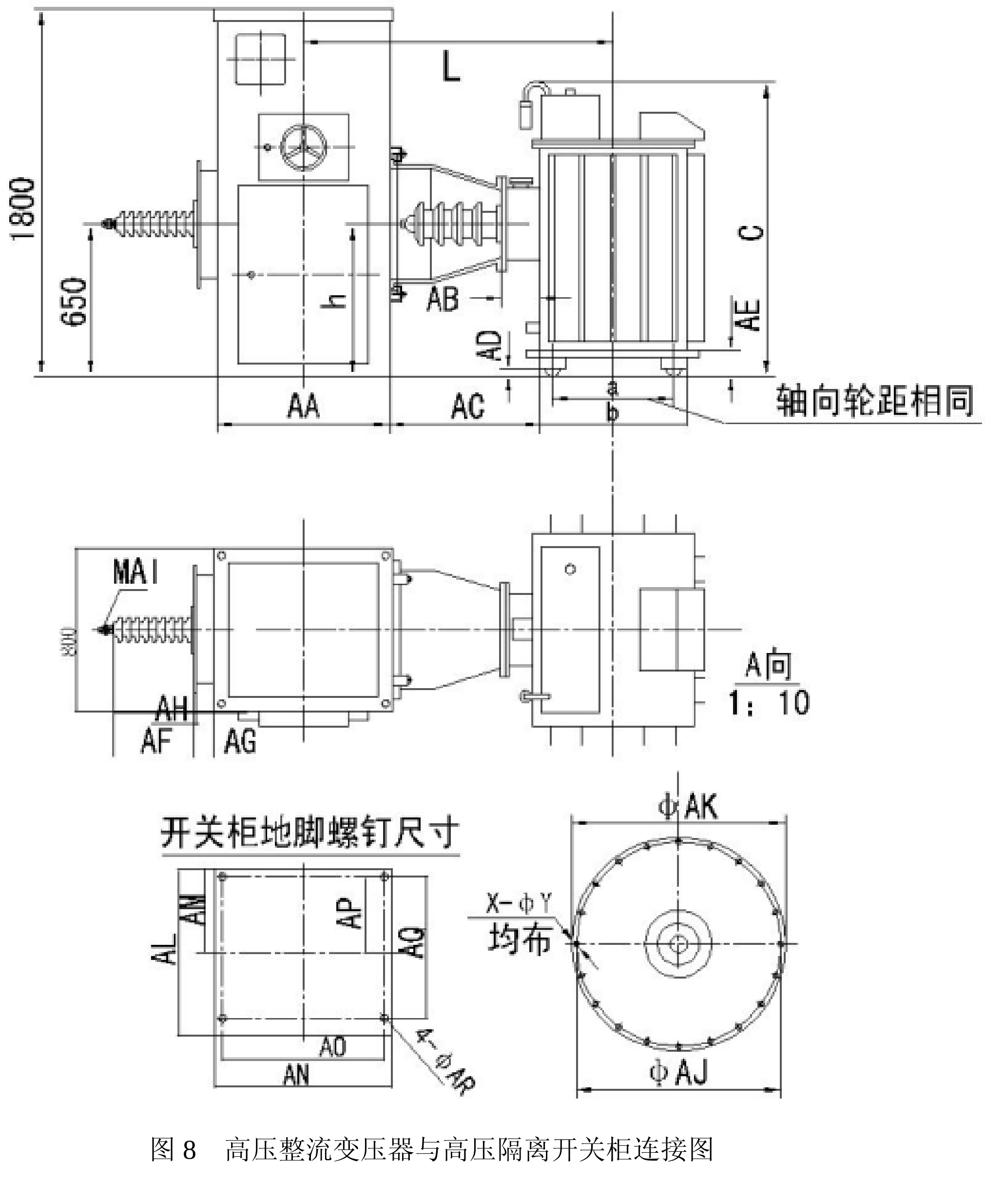


图 8　高压整流变压器与高压隔离开关柜连接图

5 安装与调试

5.1 安装条件与技术要求

（1） 安装条件

- 施工单位应熟悉 GGAJ06-JHC 型高压整流设备的结构、性能、技术文件，以及高压控制柜、高压整流变压器、高压隔离开关柜的尺寸和连接图，并编制施工组织设计方案；
- 按照 GGAJ06-JHC 型高压整流设备的交货清单清点部件，无部件遗漏；
- 所有瓷瓶、电缆、电力开关等电瓷类产品在安装前应按规定进行耐压和绝缘性能试验；
- 施工现场应有“三通一平”（即水通、电通、道路通、土地平整）条件，并具备防火、防冻、防雨等安全设施；
- 钢筋混凝土基础及支柱，应经验收合格并提交耐压试验报告后方可进行设备安装；

（2） 技术要求

GGAJ06-JHC 高压整流设备安装的技术要求遵循国家标准《JB/T 8536-1997 电除尘器 机械安装技术条件》。

5.2 安装方法

（1） 高压控制柜进线方式

高压控制柜电源进线具有两种方式，分别为上母排进线和下电缆进线，GGAJ06-JHC-2 型（柜高 2000mm）为下电缆进线方式，GGAJ06-JHC-D 型（柜高 2200mm）为上母排进线方式。

（2） 高压整流变压器安装

高压整流变压器分为户内型和户外型两种，其安装方式如下：

- 户内型：四壁与高压输出端应保持 1m 以上距离；
- 户外型：需增加高压隔离开关柜，高压整流变压器高压输出通过高压隔离开关柜与本体放电极相连。

（3） 设备接线

设备电缆的选型及现场接线应严格按照我公司根据具体工程所设计的《高低压电器配套设计图》进行。设备接线注意事项如下：

- 高压控制柜的输出到高压整流变压器的一次侧输入的动力连接线，若采用 VV-1 型电力电缆，建议参照 1.5.1 节表 1、1.5.2 节表 2、1.5.3 节表 3 中所提供的 VV-1 电缆规格；
- 二次电流、二次电压取样信号线应各采用一根RVVP 2×1.5mm^{2}双芯屏蔽线（屏蔽层只做接地屏蔽用），高压整流变压器安装在户外时，双芯屏蔽线直流电阻应小于等于 2Ω，最小截

面应大于等于 1.5mm^2；

- 二次电流、二次电压取样所采用的双芯屏蔽线，其屏蔽层在高压整流变压器端要求接地，通常与高压整流变压器外壳相连；
- 除二次信号取样采用双芯屏蔽线以外，其余信号线均选用KVV型控制电缆，线径截面大于等于 1.5 mm^2；
- 若采用户内型高压整流变压器，设备接线时，控制室、变压器室、遥控室均要求具有公共地，线径截面应大于等于 16mm^2，且各控制室公共地线必须经过专用地线和电除尘器本体连接；
- 当高压整流变压器采用户内低位布置时，在高压整流变压器负高压输出瓷瓶上需加装限流电阻；
- 粉尘浓度检测仪的信号线要求采用双芯屏蔽线，屏蔽线规格与二次电流、二次电压取样信号线一致；
- 户外型高压整流变压器一律加装电接点温度计，若无安全连锁，连锁端子必须短接。

（4） 设备接地

1) 高压控制柜接地

高压控制柜内各单元均采用“一点”接地方法连接到柜内接地铜排，高压整流变压器反馈回的二次信号取样地连接到高压控制柜的接线端子后，也直接与柜内接地铜排相连，柜内接地铜排与高压控制柜外壳直接连接，再通过电缆与控制室大地相连，电缆线径截面应大于等于 16mm^2。

2) 高压整流变压器接地

高压整流变压器的二次信号取样地接线柱应就近连接到高压整流变压器的接地柱上，接地柱直接与变压器外壳相连，再通过电缆直接连接到电除尘器本体的外壳，电除尘器本体外壳再通过多根扁钢连接到大地；

3) 高压隔离开关柜接地

高压隔离开关柜接地端（刀闸切换接地点）直接与高压隔离开关柜外壳相连，再通过焊接或电缆直接与本体外壳相连。

4) 本体接地

电除尘器本体接地要求必须可靠，通常是通过专门的接地系统与大地连接。

警告

高压控制柜、高压整流变压器、高压隔离开关柜、电除尘器本体必须可靠接地，否则将发生设备事故和人身伤害。

（5） 阻尼电阻安装

高压整流变压器为户外高位安装时，阻尼电阻可安装在高压隔离开关柜内或电除尘器本体高压输入端。

高压整流变压器为户内安装时，阻尼电阻可安装在电除尘器本体高压输入端。

5.3 安装检查

设备安装完毕后，需对所有线路进行检查、校对，检查连接是否良好，电气元器件是否破损。

（1） 所需仪器及工具

- 示波器
- 万用表
- 常用电工工具
- 220V/100W 白炽灯泡 2 个，用于假负载试验
- 2500VMΩ 绝缘摇表
- 接地电阻测试摇表
- 接地棒和静电表

（2） 高压控制柜检查

1) 检查外观有无损坏，柜内有无杂物；元器件、电路板有无丢失；连线、接点有无松动、需焊、漏焊；接插件是否插牢，螺丝、螺母是否紧固，各指示仪表有无损坏；用扳手或螺丝刀拧紧松动螺丝及部件；
2) 检查高压控制柜机壳是否接地，接地电阻是否在 2Ω 以下

（3） 高压整流变压器检查

高压整流变压器共需检查以下内容：

1) 检查动力电缆、二次信号取样线、温度信号线的连接是否正确；
2) 检查外壳和接地柱是否与除尘器本体外壳可靠连接，高压整流变压器的二次信号取样地接线柱是否与高压整流变压器的接地柱可靠连接，应采用 $16mm^2$以上的线缆进行连接；
3) 检查有无渗漏油现象，各部分绝缘胶圈是否完整，有无老化；
4) 检查绝缘瓷瓶有无破损；
5) 检查各接线柱、接地柱是否松动；
6) 检查浸油的油位是否正常；
7) 测量负高压接线柱对二次信号取样地接线柱之间的电阻（使用 2500VMΩ 表测量）
    - 正相测量： 0Ω；
    - 反相测量：
        - 额定输出电压为 60/66/72KV 的高压整流变压器，反相电阻应该为 52±3MΩ

➢ 额定输出电压为 80KV 高压整流变压器，反相电阻应该为 65±4MΩ

8) 测量二次电压取样信号接线柱（UH2）与二次信号取样地接线柱之间的电阻，应该为 5.00±0.3KΩ（使用万用表测量）;

9) 测量二次电流取样信号接线柱(IH2)与二次信号取样地接线柱之间的电阻,应该为 2±0.1KΩ（使用万用表测量）;

10) 测量输入 A、B、C 三端对应接线柱之间的电阻，应该小于 1Ω（使用万用表测量）;

11) 测量一次测电源输入端对机壳、二次高压输出端对机壳、一次电源输入端对二次高压输出端之间的电阻，均应该大于等于 100MΩ（使用 2500VMΩ 表测量）;

12) 测量油温表的通断是否正常。

（4） 高压隔离开关柜检查

高压隔离开关柜共需检查 4 项内容，若下所列：

1) 检查开关操作是否灵活，各点是否能可靠切换;
2) 检查阻尼电阻是否完好;
3) 检查接线是否正确、规范，有无松动;
4) 检查穿墙套管有无破损、断裂，安装是否正确。

（5） 除尘器本体接地电阻检查

1) 向本体厂、用户及相关部门了解本体接地地网的铺设是否标准、规范;
2) 测量本体接地电阻，要求小于 2Ω;
3) 测量本体阴极线对大地的绝缘电阻，应该大于 200MΩ，测量时必须将变压器与本体断开连接。

5.4 设备调试

设备的调试分为假负载调试和带压器调试，带变压器调试又分为空场负载和烟气负载。

5.4.1 假负载调试

假负载调试的目地在于测试高压控制柜的一次电压控制是否正常，如假负载实验控制不正常，带变压器可能会发生危险。

设备在进行带载调试前必须进行假负载调试，调试步骤如下：

1) 检查高压控制柜内控制回路空气开关 QF2 和主回路空气开关 QF1 是否出于断开，二者均应该处于断开位置;
2) 将 2 支 220V/100W 的白织灯泡串联，然后连接到高压控制柜一次电压输出端;
3) 给高压控制柜送电，并用万用表测量高压控制柜主回路输入两端电压，应该为 380V AC;
4) 将高压控制柜控制回路空气开关 QF2 闭合。

5) 闭合高压控制柜主回路空气开关 QF1，此时观察液晶是否跳转到实时数据显示画面，如未跳转，检查自检画面中相应回路是否正常；
6) 将主控器工作模式设置为手动模式，并修改导通角设定值（RC SET）和导通角限定值（RC MAX）为 153 度；
7) 按下高压控制柜前门板上的“启动”按钮，灯泡将逐渐发亮，启动后一次电压将缓慢升压，最大应升至 380V 左右。
8) 按下高压控制柜前门板上的“停止”按钮，停止设备工作，再断高压控制柜主回路空气开关 QF1，然后再断开控制回路空气开关 QF2；
9) 将白织灯泡与高压控制柜输出端连线断开，假负载试验完毕。

5.4.2 设备故障报警试验

设备在进行带载试验前，必须完成故障报警试验，内容如下。

（1） 油温报警试验

调节高压整流变压器油温表下限节点，使之与指针闭合，此时高压控制柜柜门“综合故障指示灯”（黄色）亮，主控器液晶显示“变压器油温高”画面，设备不停机；

再调节油温表上限节点，使之与指针闭合，此时高压控制柜“声光报警器”动作，设备停机，主控器液晶显示“变压器油温超高”画面。

停机并断电后，将高压整流变压器的油温表上下限恢复到试验前的正确位置。

（2） 开路报警试验

将高压整流变压器负高压输出端悬空，启动设备并升压，观察高压柜门板的四块模拟表的变化，在开路实验过程中，一次电流表和二次电流表的值均应为 0，一次电压表值在 100V 左右，二次电压表值在 60KV 左右（这两个电压值与对应高压柜设定的报警参数有关），达到设定值后，高压柜自动停机，高压控制柜前门板“声光报警器”动作，“综合故障指示灯”（黄色）亮，主控器液晶显示“电场开路”画面，说明开路试验正常。

停机并断电后，将高压整流变压器的接线恢复到试验前的正确接线状态。

（3） 短路报警试验

将变压器高压输出端对地之间用导线（大于 3 平方）连接，启动设备并升压，观察高压柜门板四块模拟表的变化，在短路实验过程中，二次电压值应为 0，一次电流，一次电压、二次电流均有值（短路报警设定值与对应高压柜设定的报警参数有关），当升压至设定值后，高压柜自动停机，前门板“声光报警器”动作，“综合故障指示灯”（黄色）亮，主控器液晶显示“电场短路”画面。

断开主回路空气开关 QF1，在确认设备断电前提下，将变压器高压输出线及高压隔离开关柜接线恢复到试验前的正确状态。

5.4.3 带载试验

带载试验又称带电场试验，分为两个阶段，分别是通烟气前的空场调试阶段和通烟气后的带载运行阶段。

（1） 空场调试（无烟气）

完成安装检查、假负载试验、设备故障报警试验，且试验结果正常后，启动设备，并将主控器工作模式设置为手动模式，逐步增大导通角，注意四个模拟表的表值变化，由于空场调试时通常电流会比较大，所以当二次电流达到额定值时就不要过多升压了，如需要测试电场放电点，则需要对电压进行双台并送（详见 5.4.4）。当出现放电现象时，应分析原因并对本体内部进行检查。

（2） 带载运行（有烟气）

为保证设备正常运行，请在满足以下三个条件时，再对设备通烟气进行带载调试。

- 设备已进行空场调试，且结果正常；
- 确保低压控制设备已正常工作；
- 加热器已经投运 8 个小时；

进行带载运行时，启动设备，设备长期投运时，设备通常都应工作在自动模式，现场为特殊工况条件时，可设置主控器工作在手动模式。

5.4.4 两台高压整流设备的并送

在空场调试时，因电场内的空气比电阻比较小，设备的电流值会偏大，为了测试二次电压是否达到要求，可根据现场情况进行两台设备的并联供电（两台高压整流变压器的高压输出端并接，对一个电场进行供电）。送电时，要尽量做到同相位供电，以避免在两台高压整流变压器之间形成环流；升压时要做到同步缓慢升压，为了使两台高压柜同步升压，应将两台高柜的“控制方式”均改为“手动”模式。

5.4.5 变压器抽头的调节

高压整流变压器一次侧均有三组电源输入端，分别为 A1、A2、A3，B1、B2、B3 和 C1、C2、C3，接线时根据实际连接，其中，A、B、C 为变压器输入线，尾号（即 1、2、3）用于调节变压器输出电压等级的抽头，需要注意的是三个输入线的尾号必须相同，不可混接。通过改变变压器的变比抽头，可以改善峰值和有效值的关系，改善供电波形，提高供电效率，减小对设备的冲击，降低对电网的干扰，进而减小一次电流，减少主回路中的损耗。

6 使用与操作

6.1 使用前的准备工作与安全注意事项

设备使用前必须完成安装检查，若安装检查结果符合要求，再进行设备调试，包括假负载调试、设备故障报警试验、带载试验（包括空场调试和带载调试），若设备调试结果符合要求，方可进行使用。

警告

设备送电前要检查高压隔离开关是否处于电源位置，设备运行时禁止操作高压隔离开关；

小心

正常情况下，设备不允许运行在开路状态，以防止过电压损坏设备。

危险

设备运行中禁止直接操作主回路空气开关 QF1。

危险

设备送电要听从专职负责人的指令，禁止擅自送电或停电；设备送电前务必保证除尘器本体内人员全部撤离。

注意

设备送电前应通知现场责任人管理好相关人员，设备工作中，应尽量远离除尘器；设备操作人员应提高安全意识，严格按照设备操作步骤执行。

6.2 设备操作说明

由于设备主回路电流较大，请有关人员注意启动及停机时的操作步骤，如操作不当可能发生危险。

启动设备时，操作顺序为：

1) 闭合高压控制柜的控制回路空气开关 QF2（即小空开），主控器液晶显示亮；
2) 闭合高压控制柜的主回路空气开关 QF1（即大空开），液晶显示屏跳转至实时数据界面，如停在自检界面，需检查自检界面中相应的回路；
3) 按高压控制柜前门板上的“启动”按钮，启动设备。

停止设备时，操作顺序为：

1) 按高压控制柜前门板上的“停止”按钮，停止设备；
2) 断开高压控制柜内主回路空气开关 QF1；

3) 断开高压控制柜内控制回路空气开关 QF2，停机完毕。

6.3 液晶模块的操作

液晶模块操作面板包括液晶显示、按键、LED 指示灯三部分，如图 9 所示。



图 9. 控制柜操作面板

（1） **液晶屏**

液晶模块采用 5.7 寸单色液晶屏，汉字，显示分辨率为 320 × 240。

（2） **按键**

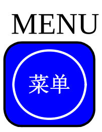
液晶模块操作面板设计有 9 个按键，分别为



确定键（ENTER）：用于输入时的确定操作；



取消键（CANCEL）：用于输入时的取消操作，或返回上一级画面；



菜单键（MENU）：按下菜单键可以快速进入“实时数据监控”画面，进行数据监视；再次按下此键，则可以进行工作模式、RC 设定值的修改；

INC_U



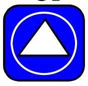
升压键（INC_U）：设备启动后，此键短暂按下 1 次（短按键），RC 设定值加 1，即导通角设定值加 1 度（最大 153 度），进而增大电压；此键按下持续 1s 后（长按键），则每 200ms 即认为按键有效 1 次，RC 设定值加 1，直到按键抬起；设备停止时，该键无效；

DEC_U



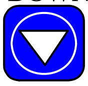
降压键（DEC_U）：设备启动后，此键短暂按下 1 次（短按键），RC 设定值减 1，即导通角设定值减 1 度（最小 0 度），进而降低电压；此键按下持续 1s 后（长按键），则每 200ms 即认为按键有效 1 次，RC 设定值减 1，直到按键抬起；设备停止时，该键无效；

UP



向上键（UP）：用于光标向上移动或数据输入；

DOWN



向下键（DOWN）：用于光标向下移动或数据输入；

LEFT



向左键（LEFT）：用于光标向左移动或数据输入；

RIGHT



向右键（RIGHT）：用于光标向右移动或数据输入。

（3） LED 指示灯

高压柜控制面板共设计有 6 个指示灯，分别为：

电源 / POWER	**电源指示灯**：当控制回路空开 QF2 闭合，主控器得电，该指示灯亮；
运行 / RUN	**运行指示灯**：当设备启动，正常运行时，该指示灯亮；
联锁 / LOCK	**安全连锁指示灯**：联锁回路闭合后，该指示灯亮；
火花 / SPARK	**火花指示灯**：当控制器判断出电场发生火花击穿时，指示灯闪烁；
CAN	**CAN 通信指示灯**：通讯时，接收数据则红灯亮，发送时绿灯亮；
RS485	**RS485 通信指示灯**：通讯时，接收数据则红灯亮，发送数据则绿色亮。

6.3.1 设备开机显示

当控制回路空气开关 QF2 闭合，主控制器上电复位有效后，液晶显示开机画面，如图 10 所示。

该画面显示 2s 后，自动进入设备自检画面。当液晶模块与主控器通讯不成功后停止在此画面。



图 10　主控器开机画面

6.3.2 设备自检

设备上电后将进行自检，包括 AD 转换自检、取样信号自检、变压器故障自检、安全连锁信号自检、主回路接通信号自检，若有任意一项不通过，设备将无法启动，自检画面图 11 所示。

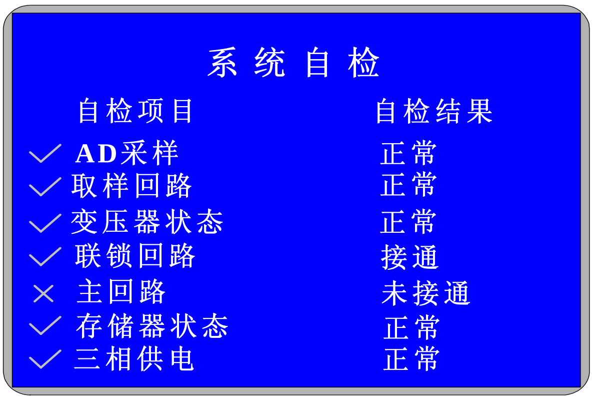


图 11　自检画面

- AD 采样自检

针对火花判断用 AD 转换进行自检，连续多次对参考电压通道进行 AD 转换，读取转换 AD 码值，若正常则该项自检通过，否则不通过；

- 取样回路自检

针对主控器一次电流、二次电压取样信号的硬件接线进行自检，设备上电后，对一次电流、二次电压的平均值进行 AD 转换，若主控器一次电流、二次电压取样信号输入端子未接线或接线错误，则平均值 AD 转换数值将超出正常范围，从而可判断取样回路自检不通过；

- 变压器状态自检

针对高压整流变压器进行自检，高压控制柜主控器上电后，将读取高压整流变压器输出的油温下限、油面、重瓦斯/油温上上限等故障状态信号，若发现变压器故障，则变压器状态自检不通过，仅当变压器所有故障输出均无效时，变压器状态自检通过；

- 联锁回路自检

主控器上电后将对安全连锁信号进行自检，当高压隔离开关柜闭合、低压控制柜启动，安全连锁信号有效，则连锁回路自检通过，否则连锁回路自检不通过。

当设备停止时，安全连锁信号无效，将被认为是自检不通过，但当设备启动运行后，若安全连锁信号变为无效，则将被认为是设备故障，此时设备将停机并进行声光报警。

安全连锁信号是为了在高压控制柜启动时，防止高压隔离开关柜门未闭合，或低压控制柜未启动进行预热等低压控制，以防止危险发生。

- 主回路自检

主控器上电后将对主回路空气开关 QF1 是否闭合进行自检，若主回路空气开关未闭合则自检不通过。若设备启动时，主回路空气开关还处于断开状态，则当主回路空气开关闭合时将极易产生误触发和错误控制，因此主回路接通信号自检将有效的避免此种情况发生。

主回路接通信号无效时，将被认为是自检不通过，但在设备启动运行中，若主回路接通信号变为无效，则将被认为是设备故障，此时设备将停机并进行声光报警。

- 存储器状态自检

存储器状态用于 CPU 对设备本身的存储器进行自检，由于存储器存储的是设备的运行数据及控制参数，如果丢失或出错会使设备运行不稳定甚至出现严重故障，所以当存储器内数据丢失或出错时，自动检测项目中会发出错误信号，不允许设备启动。

- 三相供电自检

本设备电源必须为三相 380V，所以在缺相或三相严重不平衡时，设备不允许启动。

若系统自检通过，则该页面会自动转入显示实时数据画面，若自检不通过，可以按 CANCEL 键退出该画面，进入功能选择画面，进行其它操作，自检画面虽然退出，但自检不通过仍然不允许设备启动，只有当所有自检项全部通过后，设备才能允许启动。

6.3.3 功能选择

功能选择画面是液晶界面操作的一个总体选择画面，共包括 8 个选项，如图 12 功能选择因界面所示。

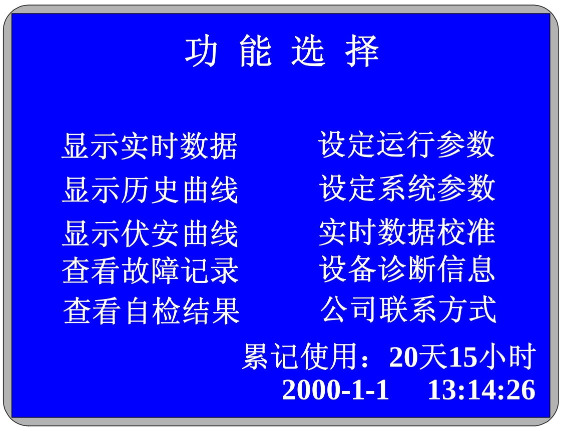


图 12 功能选择界面

1) 显示实时数据：显示现场实时运行数据及二次电流、二次电压实时曲线；
2) 显示历史曲线：可查询一次电流/电压、二次电流/电压历史数据和历史曲线；
3) 伏安特性曲线：可进行伏安特性采样，查看伏安特性曲线；
4) 故障报警记录：可查看历史故障报警记录；
5) 查看自检结果：可查看设备自检结果；
6) 设定运行参数：可进行 RC 限定、RC 设定、一次电流设定、二次电压设定等运行参数；
7) 设定系统参数：可设置时钟、通信格式、通信波特率、语言、背光时间等系统参数；
8) 实时数据校准：可对一次电流/电压、二次电流/电压、AO 输出进行校准；
9) 设备诊断信息：描述产品启动自检的结果；
10) 公司联系方式：可查看公司联系地址、联系电话等内容。

在功能选择画面，可通过 UP、DOWN、LEFT、RIGHT 键移动光标选择相应项，然后按 ENTER 键可进行相应选择项画面。

6.3.4 实时数据界面

显示实时数据画面可显示现场实时运行数据，画面如图 13 所示。

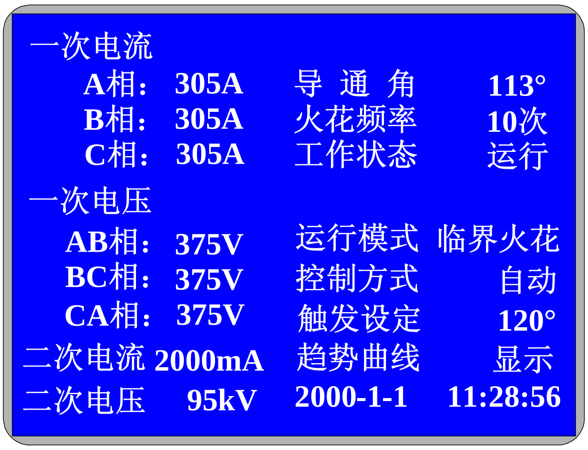


图 13 实时数据界面

显示内容如下：

1) 一次电流：　三组经过线性化校准后的一次电流有效值，单位：A；
2) 一次电压：　三组经过线性化校准后的一次电压有效值，单位：V；
3) 二次电流：　经线性化校准后的二次电流有效值，单位：mA；
4) 二次电压：　经线性化校准后的二次电压有效值，单位：KV；
5) 导 通 角：　电场实际输出导通角测量值，单位：度，导通角测量值在任何情况下均不会大于 RC 设定值和 RC 限定值；
6) 火花频率：　电场实际每分钟火花放电次数测量值，单位：次/分钟；
7) 工作状态：　显示设备实际工作状态，包括启动、停止两种状态；
8) 工作模式：　显示设备实际工作模式，包括自动、手动工作模式；
9) 触发设定：　导通角设定值，单位：度，设定范围为 0~153 度；
10) 控制方式：　设备实际工作的控制方式，由主控器拨码开关 BK2 设置，参见主控器模式选择开关，控制方式的设置或修改必须在停止状态进行，设置后需重新启动主控器，新的控制方式才有效，具体控制方式描述参见 3.1.1 节；

注意：

在显示实时数据画面，按 **CANCEL 键**可退出该界面进入**功能选择界面**；

在其它界面若按**菜单（MENU）键**，则可直接进入显示**实时数据画面。**

6.3.5 实时数据界面中参数设置

在实时数据界面中，用户可以修改设备的**控制方式、触发设定**（即导通角）或查看高压的**趋势曲线，**下面介绍一下操作方法：

在实时数据界面按菜单（MENU）键，然后按上、下方向键则可以在**控制方式、触发设定、趋势曲线**中循环选择，选中的将反白显示，如图 14 所示，选中后按**确定（ENTER）**键可进入修改。

1) 控制方式

若光标停留在**工作模式**处，按 ENTER 键，则进入工作模式修改窗口。

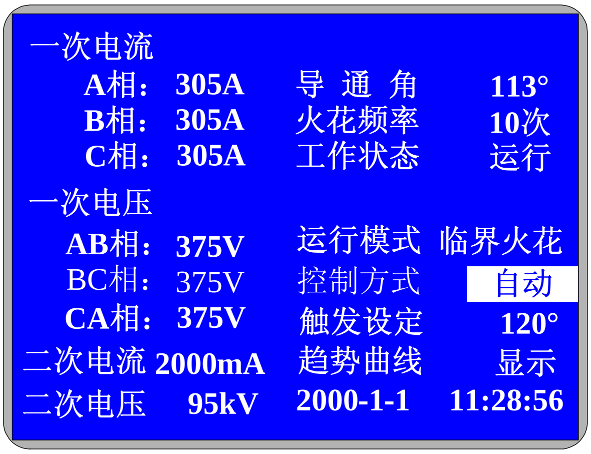


图 14　实时界面中的选择操作

- 手动模式时，设备实际工作导通角只受触发设定和 RC 设定值的限制，设备启动后，导通角将从 0 度逐渐增大，直到达到 RC 限定与 RC 设定二者之间的较小值，则不再增大；若实际导通角超过 RC 设定值或 RC 限定值，导通角将逐步减小，直到减小到 RC 限定与 RC 设定之间的较小值。
- 自动模式时，当设备启动，导通角将从 0 度逐渐增大，但此时导通角不仅受到 RC 限定值与 RC 设定值的限制，还将受到一次电流 I1 设定值、二次电压 U2 设定值的限制，随着导通角增大，当大于等这 4 个条件中的任意一个时，导通角将不再增大：

2)　触发设定

若光标停留在**触发设定**处，按确定（ENTER）键，则进入触发设定修改窗口，在该窗口下，按向左（LEFT）键、向右（RIGHT）键可在被控制参数的个位、十位和百位之间循环，按向上（UP）键、向下（DOWN）键可修改具体数值，触发设定最大为 120 度，修改完毕后按 ENTER 键确认后参数即可写入控制器并返回实时数据画面；若按取消（CANCEL）键则取消修改，并返回显示实时数据画面。

3)　显示趋势曲线

在功能选择画面，当光标停留在趋势曲线后面的“显示”，按确定（ENTER）键，即可进入显示趋势曲线画面，如图 15 所示，在本界面中，可以查看 U2 及 I2 的实时曲线。两个曲线是实时刷新的。可通过查看这两个曲线可以分析电除尘器内电电流与电压的变化趋势，了解电场内部的短时间内的变化。

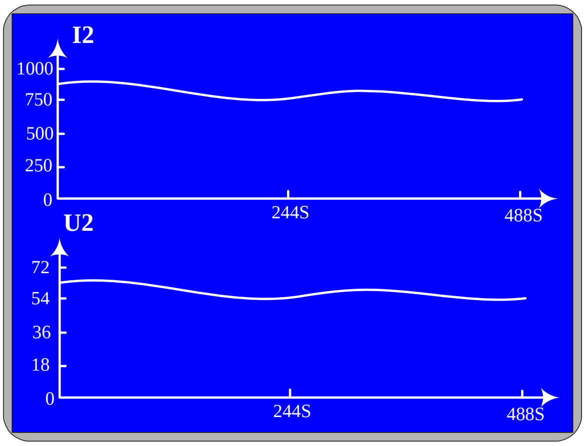


图 15　趋势曲线界面

6.3.6　显示历史曲线

在功能选择界面中选择**显示历史曲线**将进入历史曲线界面，如图 16 所示。

在历史曲线画面通过向上（UP）、向下（DOWN）键可以选择要显示的内容，按确定（ENTER）键查看相应项的内容，如图 17 所示，一次电流 I1 历史曲线、一次电压 U1 历史曲线、二次电流 I2 历史曲线、二次电压 U2 历史曲线四项内容的显示和操作类似。



图 16　历史曲线界面

设备启动后每 30 分钟保存一次 I1、U1、I2、U2 历史数据，存放在 Flash ROM 中，每个数据占用 2 个字节，每次共写入 8 个字节到 Flash ROM 中，最多可以保存 32K 字节的数据；主控器在停止状态下不保存历史数据，每次设备启动后，主控器会自动记录最新的启动时刻；若设备启动后连续运行，最多可保存 85 天的运行数据，当数据存储满后，新保存的数据将覆盖最早被存储的数据；

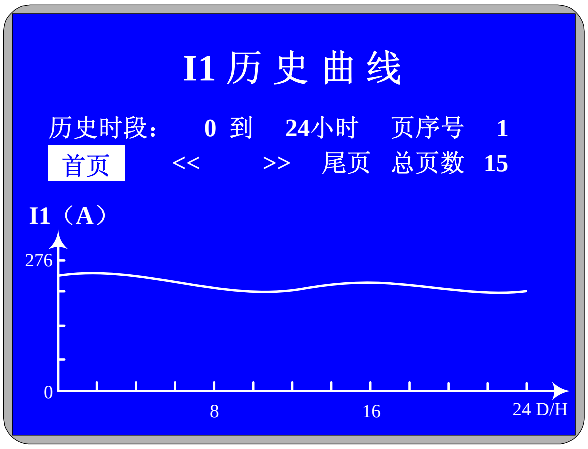


图 17　I1 历史曲线

I1 历史曲线画面每一页可显示 256 个历史数据，第 1 页显示 Flash ROM 中存储历史最久的 256 个数据，最后 1 页显示 Flash ROM 中存储历史最近的 256 个数据，若存储的历史记录数不足 256 个，则只显示 1 个画面；

I1 历史曲线画面“记录数”内容表示当前存储的一次电流 I1 历史数据个数，“总页数”内容表示显示一次电流 I1 历史曲线所需的页面数，每一页可显示 256 个历史数据；

通过 LEFT、RIGHT 键可以对首页、上页、下页、末页 4 个选项进行选择

- 当光标停留在“首页”选项，按确定（ENTER）键，可查看 I1 的第 1 页历史数据；
- 当光标停留在“尾页”选项，按确定（ENTER）键，可查看 I1 的最后 1 页历史数据；
- 当光标停留在“上页”选项，按确定（ENTER）键，可查看 I1 的上一页历史数据；
- 当光标停留在“下页”选项，按确定（ENTER）键，可查看 I1 的下一页历史数据；
- 当 I1 历史数据不足 256 个，则总页数只有 1 页，此时首页、上页、下页、末页选择后显示内容相同；

276 为一次电流额定值，单位：A，一次电流额定值是根据额定二次电流、额定二次电压查表或计算得到，额定一次电压总是 380V；

历史数据仅在设备工作状态为启动时才进行记录，若设备停止，则不记录，因此历史曲线只显示设备启动运行数据。例：若设备在 T1~T2 时刻运行，在 T2~T3 时刻停止，在 T3~T4 时刻运行，

则查看历史曲线时，T1~T2 与 T3~T4 时刻运行数据是连续显示；

在 I1 历史曲线画面按 CANCEL 键可返回历史曲线画面，在历史曲线画面按 CANCEL 键，可返回功能选择画面。

6.3.7 伏案特性曲线

在功能选择画面，选择伏安特性曲线选项，即可进入伏安特性曲线画面，如图 18 所示。

伏安特性曲线主要是通过二次电流、二次电压之间的关系曲线反应电场的负载变化情况，在该画面，设备在每次启动后自动采集一次伏安曲线，当数据有效时保存在液晶模块的存储器中。最存储器容量最多为 10 个伏安曲线。

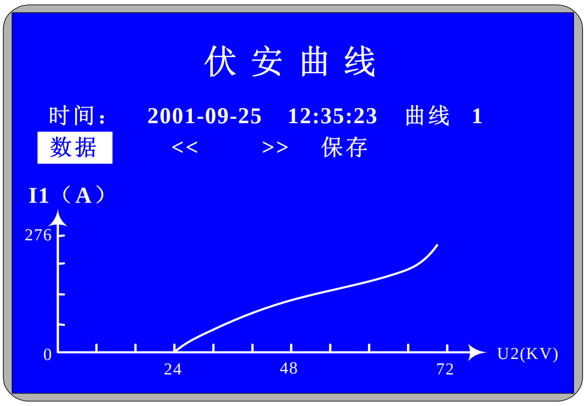


图 18　伏安曲线

可以通过向左（LEFT）、向右（RIGHT）键在“**数据**”、“<<”、“>>”和“**保存**”之间进行选择，若光标停留在“<<”位置，按确定（ENTER）键，将显示前一次的保存的伏安曲线，停留在“>>”键按确定后显示当前显示曲线的下一条伏安曲线。将光标停留在“**数据**”时按确定键后将显示当前伏安曲线对应的数据显示画面，如图 19 所示，并在该画面显示采样得到的伏安特性曲线。

其中“ID”表示当前伏安曲线的各个点，对应后面的“I2”和“U2”表示对应 ID 的二次电流和二次电压值。

伏 安 数 据

ID	I2	U2	ID	I2	U2	ID	I2	U2
01	xx	xx	11	xx	xx	21	xx	xx
02	xx	xx	12	xx	xx	22	xx	xx
03	xx	xx	13	xx	xx	23	xx	xx
04	xx	xx	14	xx	xx	24	xx	xx
05	xx	xx	15	xx	xx	25	xx	xx
06	xx	xx	16	xx	xx	26	xx	xx
07	xx	xx	17	xx	xx	27	xx	xx
08	xx	xx	18	xx	xx	28	xx	xx
09	xx	xx	19	xx	xx	29	xx	xx
10	xx	xx	20	xx	xx	30	xx	xx

图 19　伏安数据

6.3.8 故障报警记录

在功能选择画面，选择故障报警记录选项，即可进入故障报警记录画面，如图 20 所示。

在该画面可以查看历史故障报警记录，包括故障发生的日期和时间，以及故障类型，通过 UP、DOWN 键可以向上或向下移动光标查看具体记录项，每页显示 5 项记录，最多存储 5 页共 25 项历史记录。当设备或电场发生故障时，主控器液晶画面将自动显示故障报警画面，并自动记录故障发生的日期、时间和类型，保存到 Flash 存储器中。在该画面按 CANCEL 键，可返回功能选择画面。

故 障 记 录

序号	日期	时间	故障类型
01	2001-11-06	21:15	电场开路
02	2001-04-23	03:42	油温上限
03	2001-02-05	14:24	电场短路
04	2001-01-03	09:31	油温下限
05	2001-01-01	14:24	电场开路

图 20　故障记录画面

6.3.9 查看自检结果

在功能选择画面，选择“查看自检结果”选项，即可进入查看自检结果画面，该画面与设备开机时的自检画面一致，如图 11 所示，共有 5 项自检内容，参见 7.3.2 节。在该画面按 CANCEL 键，可返回功能菜单选择画面。

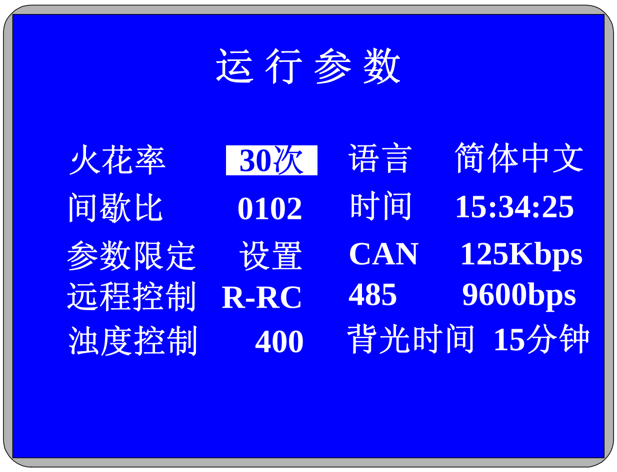


图 21　运行画面

6.3.10 设置运行参数

在功能选择画面，选择“设置运行参数”选项，即可进入设置运行参数画面，如图 21 所示。在该画面可对设备的一些重要运行参数进行设置，请与生产厂家确认后再进行更改设置。

在该画面通过方向键 UP、DOWN、LEFT、RIGHT 按键可进行光标的移动，按 ENTER 键则可进入相应的参数设置窗口。

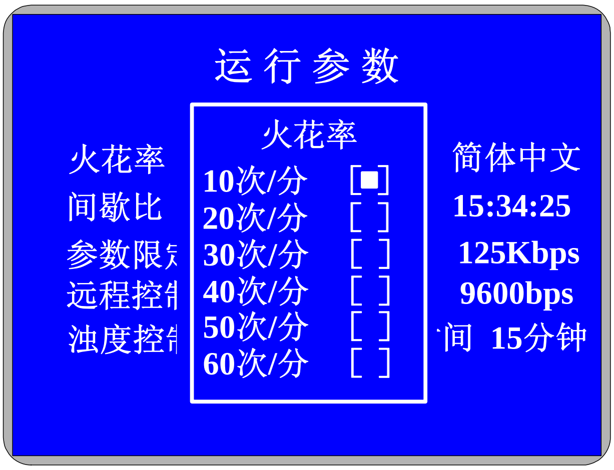


图 22　火花率设置画面

（1）　火花率设定值设置

在设置运行参数画面，将光标移动到“火花率”内容选项，按 ENTER 键即可进入火花率设定值设置窗口，如图 22 所示，该窗口可设置火花率的设定值，用于火花跟踪方式。

在该窗口通过 UP、DOWN 键可进行火花率设定值选择，选择范围从 10 次/分钟~120 次/分钟，按 ENTER 键确认修改并返回设置运行参数画面，按 CANCEL 键取消修改并返回设置运行参数画面，火花率设置决定了火花跟踪控制方式下电场火花击穿的频率。



图 23　间歇比设置画面

（2）　间歇比设置

在设置运行参数画面，将光标移动到“间歇比”内容选项，按 ENTER 键即可进入间歇比设置窗口，如图 23 所示，该窗口可设置间歇供电方式下的高幅波低幅波的个数，高幅波与低幅波范围分别是 1-32，其中低幅波必须为偶数个。

（3）　远程控制设定

在设置运行参数画面，将光标移动到“远程控制”内容选项，按 ENTER 键即可进入远程控制设定窗口，如图 24 所示，该窗口可设置可以远程控制设备升降压的控制量 U2、I2、RC 三选一，该功能支持需要两个条件：

- 控制方式拨码开关为 011；
- 控制柜的 RVC 必须接入有效的 4-20mA 信号；



图 24　远程控制设置画面

（4）　浊度控制设置

在设置运行参数画面，将光标移动到“浊度控制”内容选项，按 ENTER 键即可进入浊度控制设置窗口，如图 36 所示，该窗口可设置浊度控制的上下限。

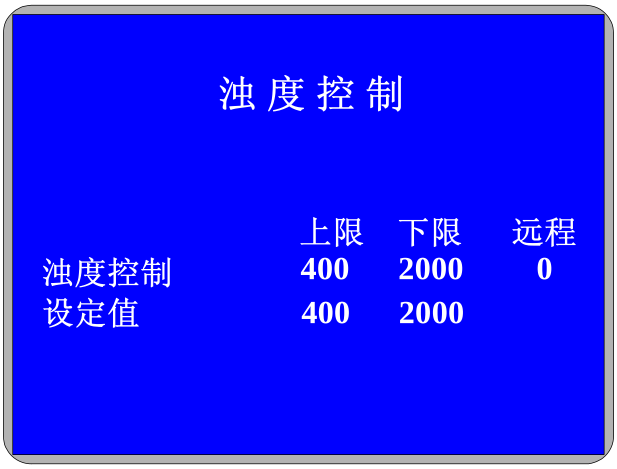


图 25　浊度控制设置画面

（5）　系统语言及时间设置

系统语言设置无需输入密码，在运行参数画面，将光标停留在“语言”内容选项，按 ENTER 键便可进入系统语言设置窗口，如图 26 所示。

在该窗口，通过 UP、DOWN 键可选择需要使

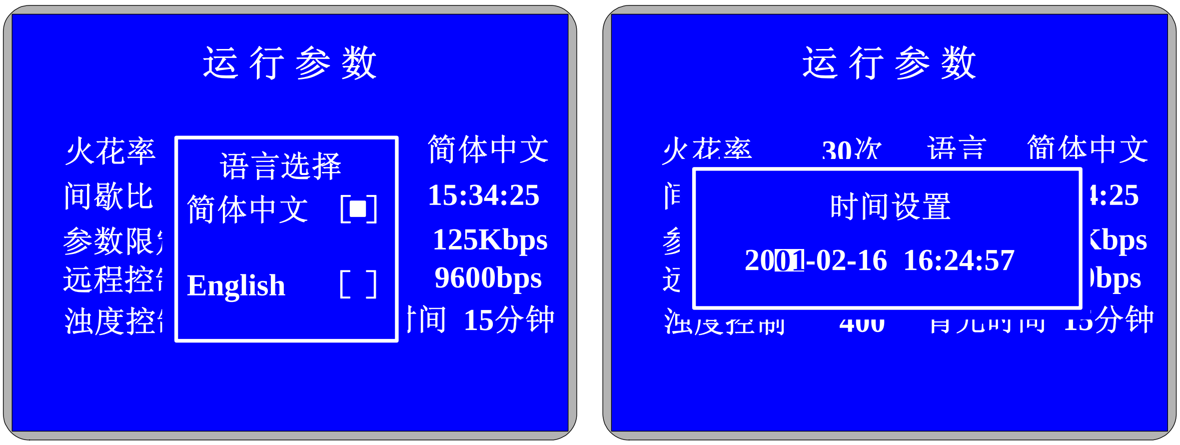


图 26　语言和时间设置画面

用的语言，系统支持简体中文和英文两种语言。

时间设置无需输入密码，在运行参数画面，将光标停留在“时间”内容选项，按 ENTER 键便可进入时间设置窗口，如图 26 所示。

在该窗口可修改系统的日期和时刻，包括年、月、日、时、分、秒，通过 LEFT、RIGHT 键可进行日期和时刻的选择，按 UP、DOWN 键可进行具体日期和时刻的修改，修改完毕后，按 ENTER 键确认修改。

（6） 通讯设置

在设置运行参数画面，将光标移动到“CAN.”内容选项，按 ENTER 键即可进入 CAN 通讯的相关设置窗口，如图 27 所示，该窗口可设置 CAN 通讯的波特率。

CAN 通讯支持 2 种波特率 125K bps 和 250K bps

RS485 通信设置无需输入密码，在运行参数画面，将光标停留在“485.”内容选项，按 ENTER 键便可进入通信设置窗口，如图 27 所示。

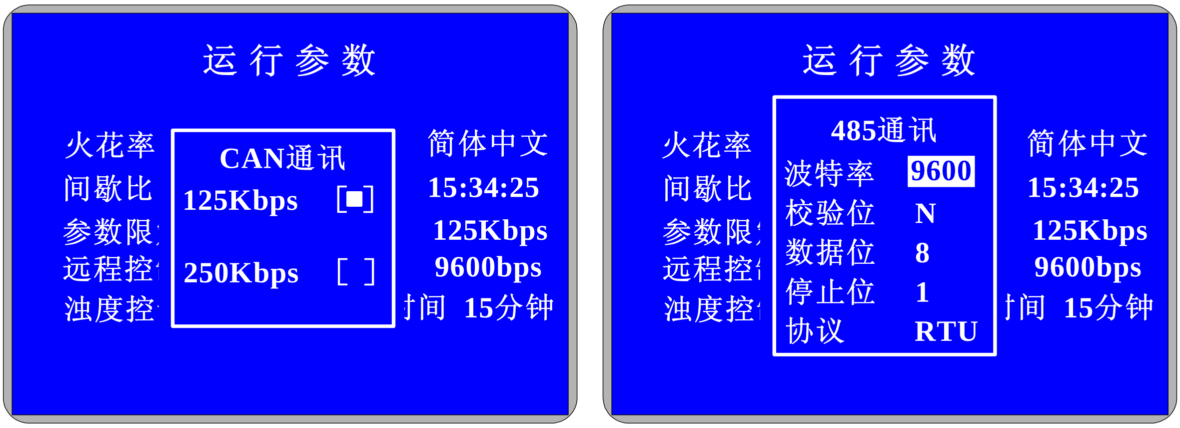


图 27 CANE 及 485 通讯设置画面

在该窗口通过 UP、DOWN 键移动光标，选择需要修改的内容，包括通信波特率、通信格式和通信协议，通过 LEFT、RIGHT 键选择具体的内容，然后按 ENTER 键确认修改。

- 系统支持的通信波特率：1200bps、2400bps、4800bps、9600bps、19200bps、38400bps、57600bps；
- 系统支持的通信格式
  - 数据位： 可支持 **7** 位数和 **8** 位；
  - 停止位： 可支持 **1** 位和 **2** 位；
  - 奇偶校验： 支持偶校验、奇校验和无校验；
- 系统支持的通信协议为 Modbus RTU 和 Modbus ASCII 协议，debug 为调试模式；
- 系统默认的通信设置为
  - 波特率： **9600bps**；
  - 通信格式： **1** 位起始位**+8** 位数据位**+1** 位停止位，无校验；
  - 通信协议： **Modbus RTU** 协议。

（7） LCD 背光时间设置

LCD 背光设置无需输入密码，在运行参数设置画面，将光标停留在“屏亮”内容选项，按 ENTER 键便可进入 LCD 背光时间设置窗口，如图 41 所示。

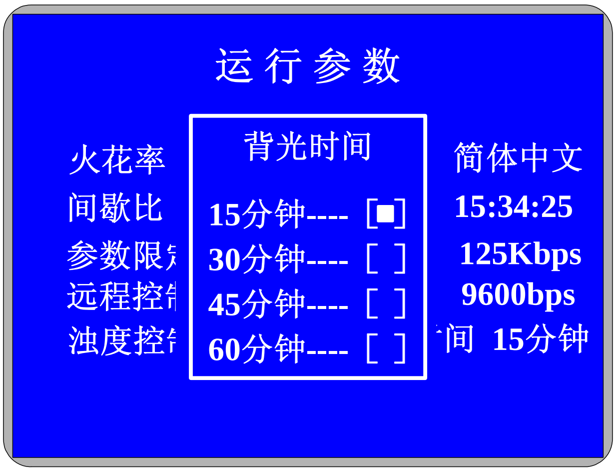


图 28 液晶背光时间设置

（8） 参数限定设置

在运行参数设置画面，将光标移动到“参数限定”内容选项，按 ENTER 键即可进入和限定相关的设置窗口，如图 42 所示，该窗口可设置振打的降压导通角、二次电流以及二次电压、最大导通角等值的限定。



图 29 参数限定设置界面

在该窗口可修改的内容包括：

- 触发限定：0-153 度可调节，控制器内所有的导通角均小于此设定；
- 振打降压：支持降压振打功能设定量，此设置一般小于导通角限定值，当控制器检测到低压设备输入来的降压命令后，将设备导通角降到此设置值，当降压信号消失后恢复到原来运行的导通角值；
- I2_1、U2_1、I2_2、U2_2 设置：阶段控制的二次电流和二次电压设定，I2_1 与 U2_1 为上限（即冶炼模式），I2_2、U2_2 为下限（即节能模式），支持此功能必须满足两个条件：
  - 主控器的控制方式拨码开关 BK2 的 4，5，6 位必须 010；
  - 控制柜的 621（节能模式）开关量信号正确引入；

注：

- I2_1、U2_1 在其他的控制方式下同样有效，此时代表设备自动跟踪的最大二次电流、二次电压值，即恒流、恒压功能；
- I2_1、U2_1、I2_2、U2_2 与 I2AD1、U2AD1、I2AD2、U2AD2 的区别：左边代表的是阶段控制跟踪的实时值，即模拟表和液晶屏显示的二次电流和二次电压值，右边的表示为控制器跟踪的为 CPU 内部的 AD 码值，此值不可见在主界面内，可通过数据校准界面参考，在“参数限定”界面按 DOWN 键将光标移动到 I2_1、U2_1、I2_2、U2_2 其中之一然后按 MENU 键可在实时值和 AD 码值控制之间选择，当前光标的位置按 MENU 后即为切换到的控制跟踪位置；

6.3.11 设置系统参数

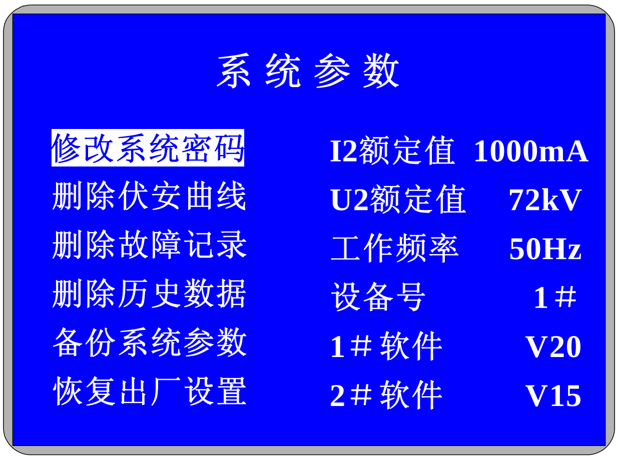


图 30 系统参数设置界面

在功能选择画面，选择设置系统参数选项，输入正确的密码后即可进入设置系统参数画面，如图 30 所示。

本界面下的一些参数与设备的控制有关，所以在进入时要求输入密码才可以修改，如果未输入正确的密码，参数不可以修改改，按 CANCEL 键即可放弃输入密码进入设置系统参数画面。且只可查看相应的设置参数。

该画面可对多个系统参数进行设置，必须有管理权限的专业人员输入密码后方可进行相应的修改操作。

（1） 二次电流 I2 额定值设置

对二次电流 I2 额定值的设置，将光标停留在“I2 额定”内容选项，按 ENTER 键便可进入二次电流 I2 额定值的设置窗口，如图 31 所示。

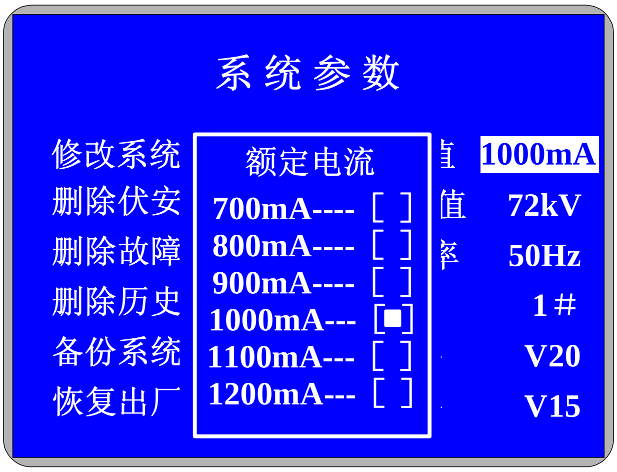


图 31 设置二次电流额定的

在该窗口通过 UP、DOWN 键可以选择 I2 额定值，设置范围为：100mA~2000mA，按 ENTER 键确认选择，并返回设置系统参数画面，按 CANCEL 键取消选择，并返回系统参数画面。

（2） 二次电压 U2 额定值设置

对二次电压 U2 额定值的设置，将光标停留在“U2 额定”内容选项，按 ENTER 键便可进入二次电压 U2 额定值的设置窗口，如图 47 所示。

在该窗口通过 UP、DOWN 键可以选择 U2 额定值，设置范围为：66KV~100KV，按 ENTER 键确认选择，并返回设置系统参数画面，按 CANCEL 键取消选择，并返回系统参数画面。

警告

二次电压 U2 额定值和二次电流 I2 额定值的设置必须与高压控制柜、高压整流变压器容量一致，否则将造成严重后果，导致高压控制柜、高压整流变压器损坏。

（3） 删除故障信息

删除历史故障信息操作，当输入正确密码后，在设置系统参数画面，将光标停留在“删除故障

信息”选项，按 ENTER 键，将弹出删除确认窗口,通过 LEFT、RIGHT 键可以使光标在“是（Y）”和“否（N）”两个选择项之间进行切换，然后按 ENTER 键进行确认，若选择“是（Y）”则将删除 Flash ROM 中存储的历史故障报警记录，并返回设置系统参数画面，若选择“否（N）”则取消删除操作并返回设置系统参数画面，若直接按 CANCEL 键，则同样取消删除操作而返回设置系统参数画面。

若在此窗口确认删除故障信息后，所有历史故障报警记录将被删除，此时若转到功能选择画面选择故障报警记录，以查看故障报警信息，将发现所有的故障报警记录均为空。

（4） 删除历史数据

删除历史数据操作，当输入正确密码后，在设置系统参数画面，将光标停留在“删除历史数据”选项，按 ENTER 键，将弹出删除确认窗口。通过 LEFT、RIGHT 键可以使光标在“是（Y）”和“否（N）”两个选择项之间进行切换，然后按 ENTER 键进行确认，若选择“是（Y）”则将删除 Flash ROM 中存储的所有一次电流 I1、一次电压 U1、二次电流 I2、二次电压 U2 历史数据，并返回设置系统参数画面，若选择“否（N）”则取消删除操作并返回设置系统参数画面，若直接按 CANCEL 键，则同样取消删除操作而返回设置系统参数画面。

确认删除历史数据后，所有历史数据记录将被删除，此时若转到功能选择画面选择显示历史曲线选项，以查看历史数据，将发现所有一次电流 I1、一次电压 U1、二次电流 I2、二次电压 U2 的历史记录数均为 0。

（5） 备份系统参数

备份系统参数操作是将当前系统参数进行备份，并保存到 Flash ROM 的备份区，以便恢复使用，备份操作必须在输入正确密码后方能进行，当输入正确密码后，在设置系统参数画面，将光标停留在“备份系统参数”选项，按 ENTER 键，将弹出备份操作的确认窗口。

通过 LEFT、RIGHT 键可以使光标在“是（Y）”和“否（N）”两个选择项之间进行切换，然后按 ENTER 键进行确认，若选择“是（Y）”则将当前的所有系统参数进行备份，包括二次电流 I2 额定值、二次电压 U2 额定值、语言设置、通信设置、系统时间设置、LCD 背光设置等参数，然后返回设置系统参数画面，若选择“否（N）”则取消备份系统参数操作并返回设置系统参数画面，若直接按 CANCEL 键，则同样取消备份系统参数操作而返回设置系统参数画面。

（6）　恢复系统参数

恢复系统参数操作恰好与备份系统参数相反，是从 Flash ROM 的备份区将上一次备份的系统参数读出，并覆盖当前的系统参数，恢复操作必须在输入正确密码后方能进行，当输入正确密码后，在设置系统参数画面，将光标停留在“恢复系统参数”选项，按 ENTER 键，将弹出恢复操作的确认窗口。

通过 LEFT、RIGHT 键可以使光标在“是（Y）”和“否（N）”两个选择项之间进行切换，然后按 ENTER 键进行确认，若选择“是（Y）”则将 Flash ROM 备份区中存放的最近一次备份的系统参数读出，并覆盖当前的系统参数设置，然后返回设置系统参数画面，若选择“否（N）”则取消恢复系统参数操作并返回设置系统参数画面，若直接按 CANCEL 键，则同样取消恢复系统参数操作而返回设置系统参数画面。

（7）　工频率、设备号以及软件版本

在设置系统参数画面可以显示当前主控器的软件版本号，该项参数不可设置，由芯片固化的程序版本决定，若需了解不同版本的差异，请与供货商联系，工频率和设备号分别由主控器硬件 BK1、BK2 设置，软件不可修改，详见相应章节。

6.3.12 实时数据校准

在功能选择画面选择实时数据校准选项，则可进入实时数据校准画面，如图 32 所示。

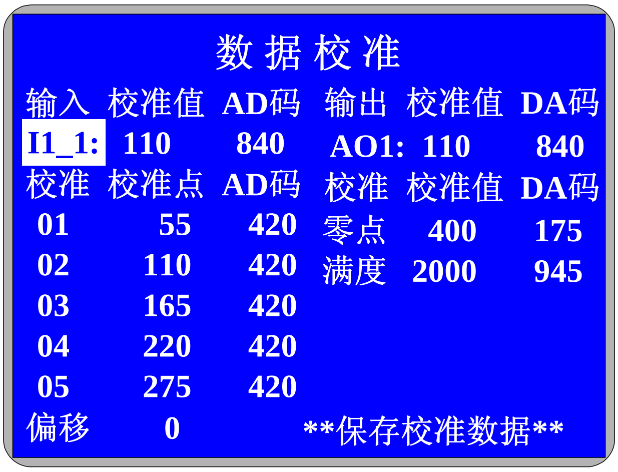


图 32　选择校准回路

该画面可对的回路有一次电流 I1、一次电压 U1、二次电流 I2、二次电压 U2 的有效值进行线性校准，还可以对 2 路 AO 模拟量输出进行校准，可通过 UP、DOWN、LEFT、RIGHT 键进行光标的移动，选择相应校准项，按 ENTER 键进行确认。

（1）　输入型模拟量数据校准

模拟量输入信号包括一次电流、一次电压、二次电流、二次电压及 4～20mA 信号，以一次电流校准为例：

在数据校准画面，用上、下方向键选择“I1”选项，按确定键后进入 I1 数据校准画面，如图 33 所示。

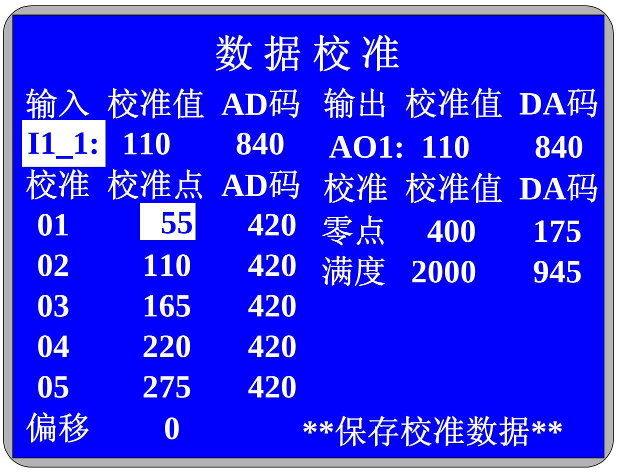


图 33　校准数据界面

下面介绍一下 I1 数据校准的操作步骤，其它输入信号校准与此相同：

1、 **校准点的选择方法**

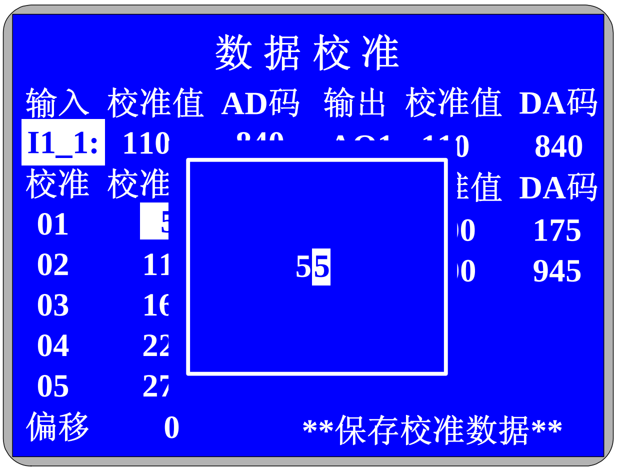


图 34 修改校准点数据

校准数据时必须以模拟表为准，我们将每个模拟量从最小值到最大值（即在无火花的稳定运行情况下最大值）平均分为 5 个值，如：我们假设一次电流的最大值可以升至 250A，分成平均的 5 个点后分别为 50、100、150、200 和 250。

注：校准时，应该保证 5 组校准点的目标值是依次增大，5 组校准点的原始值也是依次增大；若现场应用时发现某一段的数据偏差较大，可只对该段的校准点进行校准，而不需将 5 个校准点全部重新校准一次。

2、 **输入校准点数据**

确定五个校准点后，用上（UP）、下（DOWN）方向键将光标放到校准点处，按确定后出现如图 34 所示画面，用方向键将其中的数据修改为 5 个校准点中的第一个值（即 50）

用升压降压将一次电流调节到校准点（注意：校准时应模拟表为准），稳定时按确定后数据即可写入控制器。

3、 **其它校准点数据的校准**

重复第 2 步将 5 个校准点的数据全部写入控制。

4、 **保存校准数据**

5 组数据全部输入完成后，按取消键返回如图 32 画面，再按取消键后光标停止在“**保存校准数据**”处，按确定键后要求输入密码，输入密码后弹出保存校准数据确认画面，确认后选择“是（Y）”后数据即可保存到控制器内。这样就完成了模拟量输入信号的校准。

（2） 模拟量输出 AO 数据校准

主控器支持 2 路 4~20mA 模拟量输出，模拟量输出的校准只有零点和满度的校准，用 4～20mA 电流表测量对应要校准的输出端口，下面介绍一下 AO 量校准步骤：

如图进入数据校准界面（如图 32 所示）后用左（LEFT）、右（RIGHT）方向键将光标停止在“AO1”或“AO2”处，按确定后进入对应的模拟量输出回路校准画面如图 35 所示，观察 4～20mA 电流表所示数值是否为 4mA，如表值大于 4mA 减小 DA 码值，按确定后再观

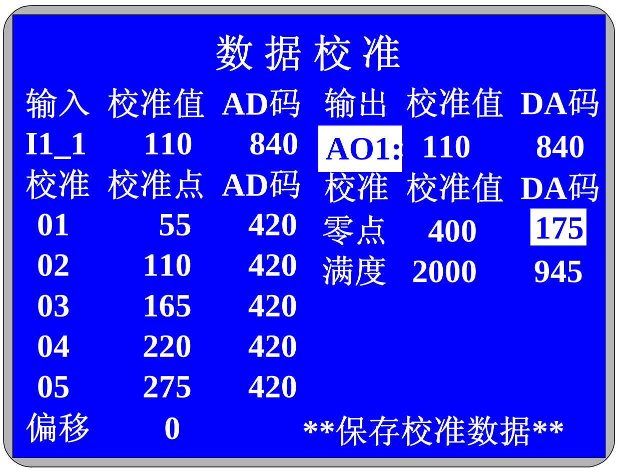


图 35 模拟量输入校准

察是否等于 4mA,如此操作，将电流表值调节至零点（即 4mA）。

满度的校准与零点相同。

模拟量输出校准数据的保存与模拟量输入的保存方法相同，这里不再重复介绍。

注意：

- **所有校准数据操作完毕必须进入保存界面保存，不输入密码保存的数据，掉电后将丢失，恢复为前一次保存的校准数据；**
- **数据校准可单点校准，单点保存，无需输入完全部后再保存；**
- **在数据校准过程中，如果按错按键，界面切换至其他界面，数据不会丢失，本控制器只要不断电，所有的操作将全部予以临时保存，可按键进入相应的界面再继续操作；**

6.3.13 设备诊断信息

在功能选择画面，将光标移动到“设备诊断信息”选项，按 ENTER 键，将会弹出输入密码界面，只有超级密码权限的技术人员方可修改设备诊断信息，如果非专业人员只可以查看该画面的内容，但不能修改。

该画面参数为设备诊断及控制参数信息。



警告

进入该界面需要超级密码，非我公司技术人员不得修改此项内容！私自修改此项的内容将会引起严重的设备损坏后果！

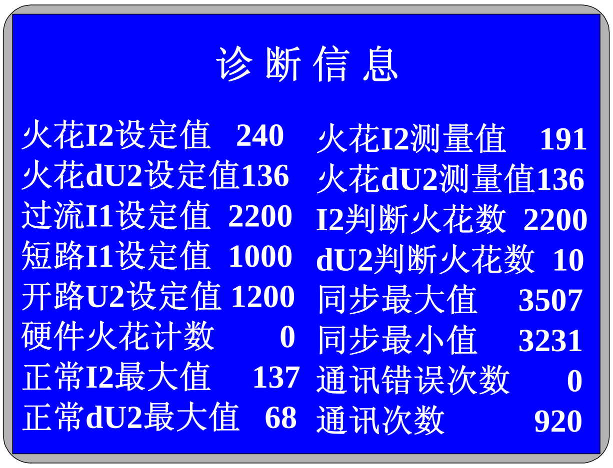


图 36　诊断信息界面

6.3.14 联系方式

在功能选择画面，移动光标到“公司联系方式”选项，按 ENTER 键，便可进入公司联系方式画面，如图 37 示。该画面显示了公司名称、公司地址、邮编、电话、传真等联系信息，在该画面按 CANCEL 键可返回功能选择画面。



图 37 联系方式

6.4 设备使用权限管理

设备使用权限根据操作人员职责分为三个等级，分别为：

1) 操作员权限

- 权限较大，能够对设备进行操作，通常现场的操作人员具有此权限；
- 操作员可进行的操作包括：设置系统工作模式、**RC** 设定值、**RC** 限定值、浊度设定值、火化率设定值、**I1** 上限设定值、**U2** 上限设定值、系统语言、系统时间、通信波特率、通信格式、通信协议、**LCD** 背光时间等内容，设备升压、降压、启动、停止等；

2) 管理员权限

- 权限大，能够对设备进行管理和操作，通常用户中的管理人员具有此权限；
- 管理员可进行操作员的所有操作，此外，还可设置默认运行参数、备份系统参数、恢复系统参数、删除故障信息、删除历史数据、数据校准、数据保存等操作；

3) 超级管理员权限

- 权限最大，能对设备进行所有管理和操作，通常制造商的技术人员具有超级管理权限；
- 超级管理员可进行管理员的所有操作，此外，还可设置 **I2** 额定值、**U2** 额定值；

6.5 设备使用常见错误

设备使用过程中，容易出现的错误操作如下：

- 二次电流信号取样线与二次电压信号取样线接反；
- 高压整流变压器的信号线与高压控制柜的信号线未对应；
- 高压整流变压器二次信号取样地与变压器外壳、除尘器本体地未连接或连接不紧；
- 超过高压整流变压器额定值运行；
- 设备长时间运行在空载状态，容易损坏变压器；
- 设备长时间运行在短路状态，容易损坏变压器；

6.6 设备运行监测与记录

用户可针对实际情况，定时对运行设备进行巡检，并记录相关数据，当控制设备发生电场开路、电场短路、设备过流、偏励磁、变压器油温高、油面等故障引起报警或跳闸后，应及时记录故障原因，以便于进行维修处理。

7 故障分析与排除

设备常见故障及排除方法如表 4 所示。

表 4　设备常见故障及排除方法

故障现象	排除方法
设备无法启动	1) 检查控制回路空气开关 QF2 是否接通； 2) 检查主回路是否闭合，主回路信号是否正常； 3) 检查安全连锁回路是否闭合，联锁信号是否正常； 4) 查看系统自检是否全部通过； 5) 检查 24V 开关电源输入是否正常； 6) 检查控制电源盒电压输出是否正常（DC12V、AC18V）； 7) 检查继电器单元的启动环节，如图 1 所示，包括启动继电器 KD1，继电器 KA1 的触点，继电器 KD2 触点，继电器 KD3 触点等，以及启动按钮 SB1 和 JHC 控制器端子接线； 8) 检查主控器触发部分是否得电；
设备启动后不升压	1) 检查导通角设定值和 RC 限定值设置是否小于 27 度； 2) 检查主控器和信号调理及触发单元的触发部分 12V DC 电源是否正常； 3) 停止设备，断开主回路空气开关 QF1，检查触发电路和可控硅之间的连线，并参考图 1 进行分析；
主回路接通瞬间就输出电压	1) 立即断开主回路空气开关 QF1； 2) 断开控制回路空气开关 QF2； 3) 检查继电器 KD1 常开触点是否正常断开； 4) 用万用表测量可控硅节电阻，检查其是否被击穿； 5) 更换可控硅组；
设备其它故障	若怀疑 JHC 高压控制柜有其它问题，可先做假负载试验，具体方法参见 5.4.1 节
变压器故障	高压整流变压器出厂时均经过严格测试，发生故障概率较小；若确实怀疑变压器有问题，可参考 5.3 节方法对高压整流变压器进行测试，然后与我们联系

8 设备维修保养与吊装

8.1 设备日常维护

1) 每月应对高压控制柜、高压整流变压器进行电气线路检查，查看各环节接口端子连接线有无松动；
2) 每月应对高压控制柜、高压整流变压器进行一次擦拭，清洁高压套管，更换或复原干燥剂；
3) 高压整流变压器浸油，无特殊要求时为 25#油，每 6 个月应进行一次高压整流变压器浸油耐压试验，要求实验电压平均值大于 40KV/2.5mm，若达不到要求，则需过滤或更换高压整流变压器内部浸油；
4) 每 6 个月应对高压控制柜、高压整流变压器、高压隔离开关柜、除尘器本体接地电阻进行一次测量，要求其阻值应小于 2Ω。
5) 每 6 个月应测量一次高压整流变压器的绝缘电阻，其绝缘电阻阻值应符合表 7 要求；
6) 日常应保持高压控制柜、高压隔离开关柜的柜门密封，保证冷却风机正常运行。

8.2 设备维修

危险

维修设备时，必须听从专职负责人的指令，不得擅自送电或停电。

危险

维修设备时，必须首先断电，再用万用表、电笔等工具确认无电后，再进行维修工作。

危险

维修本体时，必须切断所有高压控制柜、高压整流变压器、低压控制柜的电源，并用高压隔离开关柜将电场接地，以断开高压整流变压器的高压输出端与电场的连接。

危险

维修本体时，在进入本体内部的入孔门处要用导线或导体连接阴极框架和本体外壳。

8.3 变压器吊芯操作

设备维护检查时，当需要对变压器进行吊芯试验时，应按以下步骤进行：

1) 将油面下降到高压防护罩上方的手孔盖下 100mm 以上，然后打开孔盖拆下负高压连线，方可开启上盖吊芯；

2) 高压整流变压器吊芯操作时，其器身在空气中的停留时间（自高压整流变压器器身脱离油面之时计起）要求为：

- 当空气相对湿度不大于 75%时，停留时间不应超过 12 小时；
- 当空气相对湿度不大于 65%时，停留时间不应超过 16 小时。

3) 吊芯后，应检查各部分紧固件有无松动，线圈是否压紧，引线是否断裂，绝缘有否破损；检查高压整流元器件及其它电子器件紧固连接是否可靠。检查高压硅堆是否有裂痕或断裂。检查高压引线、其它引出线、各部分连接线对地，及其它各部件的绝缘距离是否满足要求。

4) 已装和待装的变压器油其击穿电压不得小于 40KV/2.5mm。

警告

高压变压器吊芯操作对变压器自身寿命有较大影响，务必谨慎操作。

8.4 设备吊装

- 设备吊装时须吊挂设备两侧的四个吊钩；
- 设备吊装时须小心轻放，避免剧烈震动；
- 高压整流变压器散热片不能与其它物体碰撞，否则引起变形甚至漏油。

9 订货须知

9.1 设备容量、规格及型号

- 指明设备的容量，即二次额定电流及二次额定电压；
- 指明控制柜电源进线方式，即控制柜柜高，柜高 2 米为下电缆进线方式，高 2.2 米为上母排进线方式；
- 指明高压整流变压器的场地安装位置，即户内、户外形式；
- 在户外形式时应增加相应数量的高压隔离开关柜。

9.2 高压隔离开关柜的进出口方向

整流变压器为户外形式时需增订高压隔离开关柜，定货时一定要明确隔离开关柜的进出口方向。进出口方向通常可分为以下几种。

- 侧进侧出：左进右出、右进左出
- 侧进下出：左进下出、右进下出
- 侧进后出：左进后出、右进后出
- 后进侧出：后进左出、后进右出
- 后进下出

9.3 其他特殊要求

如有其他特殊要求，双方可进行技术协定后再签定技术协议。

9.4 公司联系方式

公司名称： 大连嘉禾工业控制技术有限公司
公司地址： 大连市高新园区火炬路 41 号
邮　　编： 116023
技术服务： 0411-8479 9990
业务咨询： 0411-8479 9993
传　　真： 0411-8479 9992
公司网址： http://www.jiahegy.com
Email： jiahe@jiahegy.com

10 附录

二次电流取样电阻、阻尼电阻、限流电阻

设备容量 A	电流取样 R11(Ω)	阻尼电阻	限流电阻
0.1	2.7//2.7	180Ω/800W	1000Ω/500W
0.2	0.68	180Ω/800W	1000Ω/500W
0.3	0.5//4.3	180Ω/800W	1000Ω/500W
0.4	0.68//0.68	180Ω/800W	1000Ω/500W
0.5	0.5//0.5	180Ω/800W	1000Ω/500W
0.6	0.2	180Ω/800W	500Ω/800W
0.7	0.2//4.3	180Ω/800W	500Ω/800W
0.8	0.2//1	180Ω/800W	500Ω/800W
0.9	0.2//0.68	180Ω/800W	500Ω/800W
1.0	0.18//0.5	180Ω/800W	500Ω/800W
1.2	0.2//0.2	180Ω/800W	300Ω/1000W
1.4	0.18//0.2	180Ω/800W	300Ω/1000W
1.5	0.18//0.18	150Ω/1000W	300Ω/1000W
1.6	0.15//0.18	150Ω/1000W	
1.8	0.15//0.15	150Ω/1000W	
2.0	0.13//0.13	150Ω/1000W	

变压器取样电阻

<table>
<tr><th rowspan="2">电压等级（KV）</th><th colspan="2">负高压输出对 ⊕</th><th rowspan="2">UH2 对 ⊕</th><th rowspan="2">IH2 对 ⊕</th><th rowspan="2">一次对壳体
二次对壳体
一次对二次</th></tr>
<tr><th>正向</th><th>反向</th></tr>
<tr><td>60、66、72</td><td>0</td><td>52MΩ</td><td rowspan="3">6.67KΩ</td><td rowspan="3">2KΩ</td><td rowspan="3">≥100MΩ</td></tr>
<tr><td>80</td><td>0</td><td>65MΩ</td></tr>
<tr><td>90、100</td><td>0</td><td>78MΩ</td></tr>
</table>